

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y MECÁNICA**



**Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica**

**Programa Especial de Titulación Para optar el Título Profesional de**  
**Ingeniero Mecánico**

**“FACTIBILIDAD Y RENDIMIENTO DE NEUMÁTICOS REENCAUCHADOS 17.5R25 PARA**  
**SCOOPS DE 4 YDS<sup>3</sup> EN LA UNIDAD MINERA PAN AMERICAN SILVER HUARON S.A”**

**Presentado por Bachiller:**

**RUBEN SAMUEL, TRINIDAD TAQUIRE**

**LIMA, SETIEMBRE DEL 2017**

### **Dedicatoria**

A Dios, por permitir que estos objetivos se hagan realidad y darme la esperanza en los momentos adversos y enseñarme que todo es posible con fe y dedicación .

A mis padre, Ramiro Trinidad por enseñarme que con respeto y union familiar todo es posible y a mi madre Rosa Taquire, por enseñarme que con sacrificio y esfuerzo todo es posible, a ellos con todo mi amor, por enseñarme a lograr mis objetivos, a tener mucha paciencia, por su apoyo y por todos sus sacrificios brindados para llegar a concluir mi carrera profesional.

A mi esposa Maricielo e hijo Matthews, por lo mucho que significan para mí, por darme mucho amor y mucha comprensión y por todo el apoyo que me brindan para cumplir mis objetivos.

## **Agradecimiento**

Mis más sinceros agradecimientos a los Ingenieros Anibal Montoya, Superintendente de la Mantenimiento y al área de planeamiento de Mantenimiento equipos pesados de la Unidad Minera Pan American Silver Huaron, a los ingenieros Juan Quiñónez y Jhonathan Zorrilla Unidad Minera Pan American Silver Huaron, quienes me dieron todo el apoyo desinteresado para llevar a cabo este trabajo de investigación.

Al ingeniero Fernando Valdiviezo, Gerente del Área de Minería e Industria y todo el Área de Minería de Neuma Perú contratistas Generales SAC , por su apoyo incondicional en cada momento del desarrollo del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
ÍNDICE .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	9
RESUMEN .....	10
INTRODUCCIÓN .....	12
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	14
1.1. Planteamiento del problema .....	14
1.2. Formulación del problema. ....	14
1.2.1. Problema general.....	14
1.2.2. Problemas específicos. ....	15
1.3. Justificación e importancia.....	15
1.4. Limitaciones.....	16
1.5. Objetivos.....	16
1.5.1. General.....	16
1.5.2. Específicos.....	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Antecedentes de la investigación .....	17
2.2. Bases Teóricas.....	19
2.2.1 Los Neumáticos .....	19
2.2.1.1 Diseños de los Materiales para neumáticos.....	20
2.2.1.2 Partes del neumático .....	22
2.2.1.3 Funciones y características principales de los neumáticos .....	24
2.2.1.4. Tipos de neumáticos .....	25
a) Neumáticos convencionales o diagonales .....	25
b) Neumáticos Radiales .....	25
2.2.2 Caterpillar 17.5R25.....	26
2.2.1.1 Detalle del Producto.....	27
2.2.1.2 Ventajas .....	28
2.2.3 Neumáticos Scoop 4 YDS <sup>3</sup> .....	28
2.2.3.1 Principio de funcionamiento de un Scoop. ....	29

2.2.3.2 Factores que afectan el rendimiento .....	31
2.2.3.3 Tipos y modelos de Stop. ....	31
2.2.2.2 Fuerza lateral (Fy) y ángulo de deriva ( $\alpha$ ).....	37
2.2.2.3 Fuerza longitudinal (Fx) .....	40
2.2.2.4 Fuerza normal (Fz) .....	41
2.2.2.5. Rigidez del neumático .....	42
2.2.2 6 Resistencia a la rodadura .....	46
2.2.2.7 Valores del coeficiente de rodadura .....	49
2.2.4 Rango de temperatura (temperatura) del neumático .....	50
2.2.3.1 La presión de aire y la variación de temperatura del neumático .....	52
2.2.5 Rango de desgaste (trepadera) de la banda de rodadura del neumático .....	52
2.2.4.1 Relación con el coeficiente de fricción .....	54
2.2.6 Rango de tracción (traction) del neumático .....	55
2.2.7 Reencauche de los neumáticos .....	57
2.2.8 Tipos de reencauche .....	58
2.2.7.1 Reencauche en caliente .....	58
2.2.7.2 Reencauche en frío .....	59
2.2.7.3 Proceso de reencauche .....	59
2.2.7.4 Inspección inicial .....	59
2.2.7.5 Raspado .....	60
2.2.7.6 Preparación .....	61
2.2.7.7 Reparación.....	62
2.2.7.8 Cementado.....	62
2.2.7.9 Relleno.....	63
2.2.7.10 Embandado .....	64
2.2.7.11 Vulcanización.....	64
2.2.7.12 Inspección final .....	65
2.2.9 Variables involucradas en el Desempeño del neumático .....	66
2.2.8.1 Variables para análisis del comportamiento dinámico .....	66
a) Presión de inflado.....	66
b) Temperatura de los neumáticos .....	67
c) Índice de Velocidad .....	67
d) Índice de Carga .....	67
2.2.10 Compañía Minera Huaron S.A. ....	68

2.2.10.1 Ubicación .....	68
2.2.11.1 Características sociopolíticas.....	69
2.3. Definición de términos. ....	72
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.</b> .....	77
3.1. Variables. ....	77
3.1.1. Definición conceptual de las variables. ....	77
3.2. Metodología.....	79
3.2.1. Tipos de estudio. ....	79
3.2.2. Diseño de investigación.....	79
3.2.3. Método de investigación.....	80
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.</b> .....	82
4.1. Análisis situacional. ....	82
4.2. Alternativas de solución. ....	82
4.3. Solución del problema. ....	83
4.4. Recursos requeridos. ....	88
4.5. Análisis económico – financiero.....	89
<b>CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.</b> .....	90
5.1. Análisis de los resultados obtenidos .....	90
<b>CONCLUSIONES</b> .....	94
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	96
<b>REFERENCIAS</b> .....	97
<b>BIBLIOGRÁFICAS.</b> .....	97
<b>ANEXOS</b> .....	99
<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b> .....	99
<b>FICHA TÉCNICA DE SCOOP MINERO 4 YDS3</b> .....	100
<b>FICHA DE INSPECCIÓN DE LOS 10 NEUMÁTICOS MUESTRA</b> .....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de compuestos.....	21
Figura 2.	Sección transversal de un neumático radial.....	22
Figura 3.	Neumático convencional.....	25
Figura 4.	Neumático radial.....	26
Figura 5.	Neumático Radial y Diagonal.....	26
Figura 6.	Profundidad de Dibujo clasificación TRA .....	27
Figura 7.	Perfil bajo 17.5R25 .....	27
Figura 8.	Perfil bajo 17.5R25 XSMD2+ MICHELIN .....	27
Figura 9.	Scoop Caterpillar 4 YDS3.....	29
Figura 10.	Los scoop en mina y en superficie.....	30
Figura 11.	Funcionamiento de un Scoop minero.....	30
Figura 12.	Tamrock .....	33
Figura 13.	Empitone .....	33
Figura 14.	Distribución típica de presión en la huella de contacto.....	35
Figura 15.	Variación de la deformación en función de la carga.....	36
Figura 16.	Esquema del ángulo de deriva.....	37
Figura 17.	Etapas del ángulo de deriva. ....	38
Figura 18.	Fuerza lateral y momento autoalineante del neumático. ....	39
Figura 19.	Relación entre el momento autoalimenté y el ángulo de deriva .....	39
Figura 20.	Fuerzas longitudinales.....	40
Figura 21.	Relación entre la fuerza longitudinal ejercida en el neumático y el grado de deslizamiento.....	41
Figura 22.	Deformación del neumático por acción de la carga normal.....	42
Figura 23.	Neumático cargado verticalmente.....	43
Figura 24.	Relación entre la fuerza vertical y la deformación.....	44
Figura 25.	Distribución de presiones en la huella de contacto .....	45
Figura 26.	<i>Deformaciones del neumático en las diferentes direcciones.....</i>	46
Figura 27.	Distribución asimétrica del diagrama de presiones bajo la rueda girando .....	46
Figura 28.	<i>Distribución de presiones en el área de contacto neumático-suelo.....</i>	47
Figura 29.	Variación del coeficiente de resistencia a la rodadura en función de la velocidad .....	48
Figura 30.	Variación del coeficiente en función del tipo de terreno y del diámetro .....	48

Figura 31. Variación de los coeficientes $f_o$ y $f_s$ en función de la presión de inflado de los neumáticos. ....	49
Figura 32. Factor de temperatura A.....	51
Figura 33. Factor de desgaste (treadwear) 60. ....	54
Figura 34. Factor de tracción A.....	56
Figura 35. Inspección inicial.....	60
Figura 36. Raspado. ....	61
Figura 37. Preparación. ....	61
<i>Figura 38. Reparación</i> .....	62
Figura 39. Cementado.....	63
<i>Figura 40. Relleno</i> .....	63
Figura 41. Embandado. ....	64
Figura 42. Vulcanización. ....	65
Figura 43. Inspección final.....	66
Figura 44. Panorámica de la Compañía Minera Huaron.....	69
Figura 45. Ubicación en el departamento de Pasco.....	70
Figura 46. Rendimiento total en horas sin rencauchado y con rencauchado de neumáticos 175R25, según código del producto .....	91
Figura 47. Ahorro: Diferencia entre el costo horario sin rencauchado y con rencauchado de neumáticos 175R25, según código del producto.....	92
Figura 48. Ficha Técnica de Scoop Minero 4 YDS3 .....	100



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características principales de los polímeros. ....	21
Tabla 2. Tipos y modelos de Stop .....	31
Tabla 3. Tipos Lhd .....	32
Tabla 4. Coeficiente de resistencia a la rodadura (fr) de los neumáticos. ....	50
Tabla 5. Rangos de temperatura del neumático. ....	51
Tabla 6. Rangos de tracción del neumático .....	56
Tabla 7. Flota de equipos Pan American Silver Huarón.....	71
Tabla 8. Historial del neumático con código 110.....	84
Tabla 9. Historial del neumático con código 111.....	85
Tabla 10. Historial del neumático con código 127 .....	86
Tabla 11. Historial del neumático con código 128 .....	87
Tabla 12. Cuadro comparativo entre neumáticos nuevos y neumáticos reencauchados ...	88
Tabla 13: Presupuesto bienes .....	88
Tabla 14: Presupuesto Servicios. ....	88
Tabla 15. Tabla de análisis económico financiero .....	89
Tabla 16 : Cronograma de actividades .....	89
Tabla 17. Comparativo de rendimiento entre neumáticos nuevos y reencauchados .....	90
Tabla 18. Diferencia de costos horarios entre neumáticos nuevos y reencauchados.....	91
Tabla 19. Ahorro aproximado por el consumo de neumáticos reencauchados .....	93
Tabla 20. Ahorro anual por el consumo de neumáticos .....	95
Tabla 21 Matriz de consistencia .....	99
Tabla 22. Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 110 .....	101
Tabla 23 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 111.....	102
Tabla 24 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 127.....	103
Tabla 25 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 128.....	104
Tabla 26 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 146.....	105
Tabla 27 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 147.....	106
Tabla 28 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 163.....	107
Tabla 29 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 177.....	108
Tabla 30 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 182.....	109
Tabla 31 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 193.....	110

## RESUMEN

El problema central para la Unidad Minera Pan American Silver Huaron SA es el alto costo de los neumáticos 17.5R25 utilizados en los scoops mineros de 4 yds<sup>3</sup> hasta llegar al 95% de desgaste , porcentaje en el cual son puestos fuera de servicio, existiendo la posibilidad de ser recuperados en el 80% de desgaste, mediante procesos tecnológicos de reencauche.

El presente trabajo consiste inicialmente en la investigación de la factibilidad de reencauche de los citados neumáticos y a la vez establecer el rendimiento de tales neumáticos reencauchados.

La posibilidad de tal recuperación viene realizándose en la planta de reencauche de la empresa NEUMA PERU CONTRATISTAS GENERALES SAC, teniendo como objetivo obtener un tiempo de vida útil adicional con la calidad y confiabilidad de obtener un neumático nuevo, con un costo en el orden del 40% del costo de un neumático nuevo.

En general, el proceso de reencauche de los neumáticos y el material de los nuevos esencialmente consiste en la unión molecular entre la carcasa y el material del neumático en la banda de rodamiento, el cual debe ocurrir durante el proceso de vulcanizado, consiste en ser el fundamento de recuperación de los neumáticos, desgastado obteniendo características y propiedades similares a la de un neumático nuevo a fin de obtener un tiempo de vida útil adicional.

La calidad y confiabilidad de los neumáticos reencauchados, se determinó mediante pruebas reales, bajo las mismas condiciones de uso de los neumáticos nuevos, en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron.

El Análisis de los aspectos económicos referidos al presente trabajo, resultan que los costos reales en el consumo de los neumáticos nuevos al 95% de desgaste tienen un costo horario promedio de \$ 1.06 dólares / horas / neumático. La cual mediante el reencauche de tales neumáticos, resulta que el costo horario promedio al 80% desgaste en su primera

vida útil mas el 85% de desgaste de su segunda vida útil es de \$ 0.89 dólares / horas / neumático. Lo cual significa un ahorro de de US\$ 0.17 dólares / hora / neumático, implicando un ahorro promedio anual de US\$ 20 500 dólares en toda la flota de scoops mineros 4 Yds<sup>3</sup>.

El presente trabajo está desarrollado de acuerdo a la matriz de consistencia adjuntado en el anexo, cuya hipótesis en sí plantea la factibilidad y rendimiento de neumáticos reencauchados 17.5R25 para scoops de 4 yds<sup>3</sup> en la unidad minera Pan American Silver Huaron SA.

## INTRODUCCIÓN

La reconstrucción de neumáticos, es un proceso que creció y aumentó rápidamente, a nivel internacional y continente americano; tiene como objetivo aumentar una superficie de rodadura nueva, llamada banda de rodamiento, a los neumáticos desgastados por el uso. Con la aparición del reencauche de neumáticos, se tiene como objetivo principal alargar la vida útil de los neumáticos, como también reducir costos a todos los implicados de transporte de vehículos livianos y pesados, evitando en cierto grado impacto ambiental, fruto de los neumáticos desechados.

Los neumáticos del vehículo tienden a desgastarse paulatinamente, debido especialmente al contacto permanente de su superficie con el asfalto (o el piso de otra naturaleza), lo que origina que éste se vaya deteriorando conforme al uso. De no existir la industria del reencauche, los neumáticos llegarían a una etapa en la que no pueden ser utilizados más y deberían ser desechados como desperdicio, causando un grave impacto al medio ambiente.

Los scoops de 4 Yds<sup>3</sup> llevan 4 neumáticos, 2 (dos) en el eje delantero (eje 1) y 2 en la eje trasera (eje 2); la posición de los neumáticos en los ejes se identifican con números del 1 al 4; la posición 1 es el neumático delantero izquierdo, la posición 2 es la delantera derecha, la posición 3 es la izquierda trasera y la posición 4 es la derecha trasera.

En la mina Pan American Silver Huarón, todos los scoop de 4 Yds<sup>3</sup> trabajan a una velocidad de 10 km/h y para las vías en rectas (rampas principales), a 25 km/h; cuando tiene que desplazarse hacia otro lugar de trabajo, todos los operadores de los scoops tienen un procedimiento de trabajo, al momento de realizar el carguío de mineral que es el limpiado de vías antes del carguío, todo esto con el objetivo de no dañar los neumáticos.

La presión y temperatura de los neumáticos se inspeccionan a diario por el personal de Neuma Peru Contratistas Generales S.A.C. Al igual que los cortes de neumáticos, trasladando de inmediato tales neumáticos al taller de reparación; si se presenta un

neumático con cortes pasantes o presiones bajas que puedan dañar al neumático 17.5R25 sin afectar la disponibilidad de los equipos y al operador de los scoops mineros, todo esto se detalla con mayor énfasis en los capítulos siguientes .

## **CAPÍTULO 1: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema.**

El problema central para la Unidad Minera Pan American Silver Huaron es el alto costo de los neumáticos 17.5R25 utilizados en Scoops mineros de 4Yds<sup>3</sup>, los mismos que son utilizados hasta el 95 % del desgaste.

Así mismo, otro problema es la limitada importación de los neumáticos OTR nuevos, lo cual intencionalmente conduce a la escasez de este tipo de neumáticos, implicando un alto precio de los mismos.

El mercado nacional e Internacional. Considerando que en las minas subterráneas tecnificadas el proceso de carguío se realiza mediante los Scoops, lo cual representa un alto porcentaje de costo de producción, debido a que los neumáticos constituyen la base para el proceso de carguío, en las mineras subterráneas. Razón por lo cual es necesario que las empresas mineras requieren el reencauche de tales neumáticos, a fin de reducir los costos en el rubro de la adquisición de los neumáticos nuevos.

### **1.2. Formulación del problema.**

#### **1.2.1. Problema general.**

¿De qué manera minimizamos los costos por la compra de neumáticos nuevos 17.5R25 para Scoops de 4 Yds<sup>3</sup> en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron S.A.C.?

### **1.2.2. Problemas específicos.**

¿Cómo disminuir el consumo Anual de neumáticos nuevos 17.5R25 para Scoops de 4 Yds<sup>3</sup> en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron S.A.C.?

¿Cómo el costo horario de los neumáticos reencauchados 17.5R25 será menor que los neumáticos nuevos 17.5R25 en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron S.A.C

### **1.3. Justificación e importancia.**

Este trabajo de investigación es de suma importancia debido a que permitirá reducir costos por la compra de neumáticos nuevos 17.5R25 para Scoops mineros de 4 Yds<sup>3</sup> y a la vez disminuirá el consumo anual de neumáticos nuevos 17.5R25, la cual produce altos costos para la empresa minera Pan American Silver Huaron SA, por el precio del neumático OTR en el mercado, mediante el reencauche de estos neumáticos podremos ver el ahorro en la compra de neumáticos nuevos obteniendo una vida adicional a estos.

El sector de transporte pesado en la Unidad Minera, será el mayor beneficiado y responsable con este estudio de investigación. Se prevé reducir los costos de operación del transportista en consumo anual hasta llegar al 36% de lo que se viene gastando por la compra de neumáticos nuevos, alargando la vida útil de tales neumáticos sus neumáticos con precios más accesibles en el factor económico, pero con la misma calidad y seguridad que un neumático nuevo, un neumático reencauchado cuesta US \$ 1 000 dólares mientras un neumático nuevo cuesta US \$ 2 500.

#### **1.4. Limitaciones.**

El proceso de reencauche se puede realizar de dos maneras: Proceso en Frio y proceso en caliente, existe escasa información sobre el reencauche, ya que las empresas reencauchadoras tienen patentados su información y procesos con el fin de brindar una mejor calidad a sus clientes.

La dificultad en obtener la información de diferentes empresas dedicadas al servicio de reencauche, debido a la desconfianza de la misma.

#### **1.5. Objetivos.**

##### **1.5.1. General.**

- Factibilizar los rendimientos de los neumáticos reencauchados 17.5R25 con un costo menor en comparación a los neumáticos nuevos en la Unidad Minera Pan American Silver Huarón S.A.C

##### **1.5.2. Específicos.**

- Optimizar el diseño de reencauche de neumáticos 17.5R25 para Scoops de 4 Yds<sup>3</sup> en la Unidad Minera Pan American Silver Huarón SAC.
- Maximizar el rendimiento de reencauche de neumáticos 17.5R25 para Scoops de 4 Yds<sup>3</sup> en la Unidad Minera Pan American Silver Huarón SAC.
- Reducir costos de operación por el consumo de neumáticos nuevos de los Scoops mineros 4 Yds<sup>3</sup> en la Unidad Minera Pan American Silver Huarón SAC.



## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

**PAREDES (2008)** en su estudio realizado en Perú, Titulado “EFICIENCIA EN TIEMPO DE VIDA DE NEUMÁTICOS CON RELACIÓN A ROTACIÓN DE POSICIONES UNO Y DOS EN VOLQUETES KOMATSU 930 E-3” cuyo objetivo fue determinar la influencia de la rotación de los neumáticos en las posiciones uno y dos sobre la vida de dichos neumáticos en el proceso de carguío y transporte en Southern Copper - Unidad Minera Toquepala con la finalidad de obtener una mejora en la vida de los neumáticos. El diseño fue experimental con una población conformada por los neumáticos gigantes de la serie 10714001 hasta 10714015, de los Volquetes Komatsu 930E3 y 930 E4. Cuya muestra se hizo el seguimiento a los neumáticos gigantes, tomando el tiempo de recorrido diario y una toma del tamaño de cocada cada quince días o cuando realicen la rotación de posiciones. La conclusión fue que rotando los neumáticos con 1800 horas promedio obtenemos el 10,75% de incremento en la vida de los neumáticos con relación a rotar los neumáticos a 1550 horas promedio, esto nos proporciona un ahorro significativo con relación al precio del neumático y a la escasez de esta en el mercado.

**PAUCAR Y TACURI (2015)** en su estudio realizado en Ecuador, Titulado “ESTUDIO DE LAS CONDICIONES QUE GENERAN UN DESGASTE ANORMAL DE LOS NEUMÁTICOS RADIALES PARA VEHÍCULOS PESADOS QUE IMPIDEN SU REUTILIZACIÓN COMO BASE PARA REENCAUCHE” cuyo objetivo fue identificar los problemas de los neumáticos y definir las oportunidades de economía de compra de éstos, así como también generar,

perfeccionar y evaluar el uso adecuado de los neumáticos, monitorear el desempeño y mejorar el mantenimiento de los mismos. El diseño fue experimental con una población conformada por los vehículos matriculados en la provincia del Azuay, potencialmente los vehículos que circulan en el cantón Cuenca. Cuya muestra fue de 6655 vehículos pesados matriculados en el 2013 en la provincia del Azuay. La conclusión fue que aproximadamente el 30% de la población de vehículos pesados no usan neumáticos reencauchados, en base al muestreo realizado se obtiene que el 52% de la muestra corresponden a neumáticos reencauchados, es decir, que aproximadamente la mitad del sector transportista emplea neumáticos reencauchados en los vehículos de transporte pesado. El diseño fue experimental

**IBARRA Y NASTASI (2012)** en su estudio realizado en Ecuador, Titulado “PLAN DE MEJORA EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE REENCAUCHE AL FRÍO EN LA EMPRESA REENCAUCHADORA EUROPEA RENEU S.A.” cuyo objetivo fue mejorar y estandarizar el proceso de reencauche de llantas al frío en la empresa Reencauchadora Europea Reneu S.A. El diseño fue experimental. La conclusión fue que la implementación de la mejora permitió una drástica reducción de tiempos en el proceso de reencauche y también una reducción considerable de costos de producción.

**GAVILANES (2013)** en su estudio realizado en Ecuador, Titulado “PROYECTO PARA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA REENCAUCHADORA DE NEUMÁTICOS PARA TRANSPORTE PESADO” cuyo objetivo fue la implementación de una planta reencauchadora de neumáticos para transporte pesado. El diseño fue experimental. En conclusión se determinó la inversión inicial para la implementación y puesta en marcha de la planta. Y se evaluó la rentabilidad del proyecto por medio del TIR y del VAN

## **CONCLUSIÓN**

Según se pudo conocer en los antecedentes anteriores y antecedentes experimentales en la unidad minera es necesario realizar el seguimiento de los

neumáticos de manera semanal o quincenal , con el fin de cuidar los neumáticos reencauchados ya que estos pueden sufrir algunas alteraciones mecánicas en su compuesto interior y a la vez evitando un desgaste irregular de tales neumáticos.

Las rotaciones de los neumáticos con respecto a cada eje es de la siguiente manera en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron SA como política de seguridad:

- Montaje de los neumáticos nuevos en el eje delantero posiciones 1 y 2
- Desmontaje de los neumáticos posiciones 1 y 2 cuando estos se encuentra a un desgaste promedio de 50%
- Montaje de estos mismos neumáticos en las posiciones 3 y 4. Hasta llegar al 80 % de desgaste taza donde se evaluará para ver si el neumático es reencaucharle.

## **2.2. Bases Teóricas.**

### **2.2.1 Los Neumáticos**

El neumático es la parte más fundamental en la seguridad activa de los vehículos, deben desarrollar y garantizar las máximas prestaciones posibles, lo que requiere una amplia gama de condicionantes en su diseño y construcción, debido a las elevadas exigencias a este componente en su servicio. (Aparicio, Vera, & Díaz, 1995, p. 54).

EL neumático garantiza el buen desempeño y producción de acuerdo a su diseño y calidad debido a las exigencias y condiciones de servicio de la unidad minera.

Cumpliendo las siguientes funciones:

- Soportar la carga del vehículo y resistir a varias condiciones dinámicas en su funcionamiento (estabilidad, suspensión y frenada.)

La presión y estado del labrado son factores esenciales para garantizar que el neumático pueda cumplir correctamente sus funciones; es decir, los neumáticos influyen directamente sobre el rendimiento, comportamiento y prestaciones de los vehículos, ya que son los únicos elementos que permanecen en contacto con la superficie del suelo. (Aparicio, Álvarez, & López, 1995, p. 41)

## **CONCLUSIÓN**

Un neumático es un depósito de aire, cubierta de caucho la cual es colocada en las ruedas de los vehículos, siendo el único punto de contacto con la superficie de rodamiento, realizando sus funciones de estabilidad, confort, desplazamiento, tracción, dirección, amortiguación de golpes y soporte de carga.

El neumático es responsable de que una buena parte de la energía que consume el vehículo es para su desplazamiento.

### **2.2.1.1 Diseños de los Materiales para neumáticos**

Se trata de mezclas de cauchos naturales y artificiales, combinados con otros agentes químicos, para lograr propiedades específicas. Estos compuestos termoplásticos son sometidos a un proceso de vulcanización, que los transforma en otros altamente elásticos, que quedan unidos en la estructura del neumático formando un conjunto integrado, de las cuales derivan las diferentes propiedades de los neumáticos (Aparicio, Álvarez, & López, 1995, p. 42)

Son mezclas de cauchos combinados con otros compuestos químicos sometidos al proceso de vulcanización que lo transforma en otro formado una única unidad integrada.

Los polímeros (Tabla. 1) más utilizados en las mezclas son:

a) Para usos normales:

Caucho natural (NR) Polispermo (PI)

Estireno butadieno (SBR) Poli butadieno (PBD)

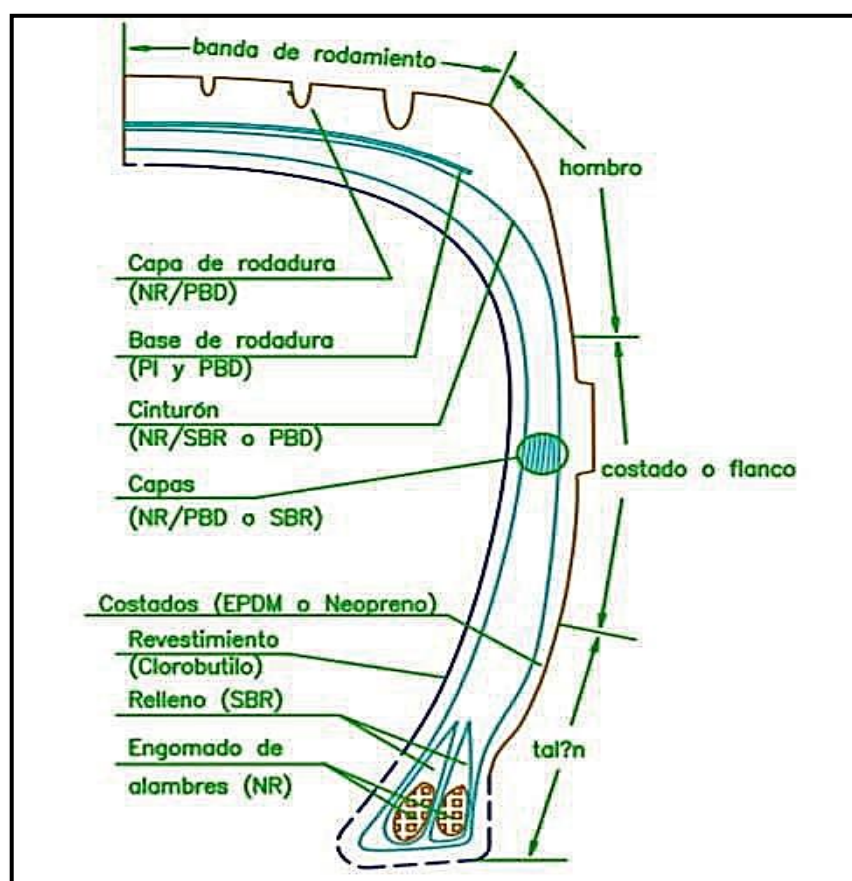
Tabla 1. Características principales de los polímeros.

CARACTERÍSTICAS	NR/PI	SBR	PBD
Resistencia a la rotura	Alta	Media	Baja
Temperatura de rodadura	Baja	Alta	Baja
Resistencia al desgaste	Pobre	Buena	Excelente
Resistencia al calor y envejecimiento	Pobre	Aceptable	Bueno

**Fuente:** (Aparicio, Álvarez, & López, 1995, p. 43)

En la Figura. 1 muestra la distribución de compuestos en el neumático, lo cual según el tipo de compuesto afecta a las características del neumático.

Figura 1. Distribución de compuestos



**Fuente:** (Aparicio, Álvarez, & López, 1995, p. 44)

El caucho natural y el polispermo (PI) sintético ambos tienen una histéresis extensible y buenas características extensibles frente al calor, que al ser vulcanizadas se

obtienen propiedades similares al caucho natural, pero el polispermo (PI) sintético proporciona un número de factores que la distingan del caucho natural, debido a que el caucho tiene por su naturaleza incorporación de monopolímeros, por ende tiene una mínima variación en características físicas. (Retreader's Association. , 2001, p.51)

Los cauchos de butadieno - estireno (SBR), constituyen actualmente el tipo de caucho sintético con mayores aplicaciones en la industria debido a que buenas propiedades mecánicas con la ventaja añadida de poder presentar una mayor resistencia a altas temperaturas y al envejecimiento. (Retreader's Association. , 2001, p.52)

El Polibutadieno (PBD) es un caucho sintético formado por la polimerización de los monómeros de butadieno es utilizado en la fabricación de bandas de rodadura de los neumáticos debido a que tiene las siguientes ventajas, alta flexibilidad, buena resistencia a la abrasión, resistencia al envejecimiento, buena resistencia a baja temperatura. (Miralles, 2016)

#### **2.2.1.2 Partes del neumático**

Figura 2. Sección transversal de un neumático radial



**Fuente:** (Bandag, 2002, p. 71)

Las partes principales de un neumático radial son:

- **Bajo rodamiento:** Parte de la banda de rodamiento (número 3 en la Figura. 2) debajo del diseño y por encima del último pliego de la carcasa.
- **Diseño** (grabado o labrado): Disposición geométrica, forma y dimensiones de las cavidades, orificios y partes salientes de la banda de rodamiento juntamente con el flanco según las funciones del tipo de aplicación del neumático.
- **Espesor del bajo rodamiento:** Distancia entre la superficie externa del bajo rodamiento y la superficie externa de la carcasa.
- **Espesor total de la banda de rodamiento:** Suma del espesor del diseño más el espesor del bajo rodamiento.
- **Indicador de desgaste:** Parte dispuesta en la banda de rodamiento que permite mediante examen visual y/o medición evaluar si el neumático alcanzó el límite de desgaste previsto.
- **Profundidad del diseño:** Diferencia entre la superficie externa del diseño y la superficie externa del bajo rodamiento, en el punto adecuado según el diseño de cada tipo de neumático OTR.
- **Banda protectora del lateral:** Saliente lateral sobre el costado de ciertos neumáticos que tiene como fin proteger de golpes y otros daños.
- **Carcasa:** Estructura del neumático excepto la banda de rodamiento de neumático (número 2 en la Figura. 2).
- **Cinturón:** Pliegos internos ubicados entre el bajo rodamiento y el primer pliego de la carcasa (números 6 y 7 en la Figura. 2), diseñados para el crecimiento de resistencia al impacto y proporcionando estabilidad del neumático.
- **Cuerdas:** Hilos (nilón, acero, poliéster, entre otros) que forman los pliegos dentro de neumático.
- **Forro interior** (innerliner): Capa(s) de caucho formada(s) en la superficie interna del neumático que contiene(n) el medio inflativo o protege(n) al tubo, (número 1 en la Figura. 2).

- **Hombro:** Parte externa de la banda de rodamiento situada en las intersecciones con los laterales.
- **Laterales:** Partes del neumático comprendidos entre los hombros y las pestañas (talones o cejas) (número 5 en la Figura. 2).
- **Ribete:** Lo conforman elementos de goma (número 8 en la Figura. 2) de la banda de rodadura que tienen una sola dirección, habitualmente circular, se utilizan como referencia para el asentamiento correcto del talón sobre el aro.
- **Pestaña:** Parte de neumático hecha de alambres de acero (número 4 en la Figura. 2), envueltos o reforzados por las cuerdas o los pliegos que son moldeados para ajustarse al aro.
- **Pliegos:** Capas de cuerdas recubiertas de caucho. (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana 2616, 2012)

### 2.2.1.3 Funciones y características principales de los neumáticos

Las principales funciones que se requieren son:

- Soportar y transmitir al terreno la carga vertical (peso del vehículo).
- Generar los esfuerzos longitudinales necesarios para la tracción, amortiguación y frenado.
- Proporcionar los esfuerzos laterales precisos para lograr el control y estabilidad de la trayectoria.
- Actuar como suspensión primaria, capaz de atenuar y filtrar las ondulaciones originadas por las irregularidades de la carretera.

Las principales características que se requieren son:

- Niveles bajos de decibeles (db) de ruido y bajas vibraciones (confort).
- Flexibilidad radial del neumático, (circunferencial y transversal).
- Baja resistencia a la rodadura
- Elevada adherencia sobre pista seca y mojada.



- Alta Resistencia a la fatiga y desgaste (Por todo lo antes citado la elección de los neumáticos es muy importante, ya que forman parte de los sistemas de suspensión, frenos y dirección de los vehículos e influyen en la seguridad, maniobrabilidad del automotor e incluso en el consumo de combustible. Por lo cual resulta muy importante utilizar neumáticos recomendados por los fabricantes de neumáticos.

#### **2.2.1.4. Tipos de neumáticos**

##### **a) Neumáticos convencionales o diagonales**

El neumático convencional o diagonal (Figura 3), es un neumático cuya carcasa está constituida por pliegos cuyas cuerdas se extienden de pestaña a pestaña formando ángulos alternos menores a 90 grados con respecto a la línea central de la banda de rodamiento. (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana 2616, 2012)

Figura 3. Neumático convencional.



**Fuente:** (Bandag, 2002, p. 72)

##### **b) Neumáticos Radiales**

En los neumáticos radiales (Figura 4) Neumático cuya carcasa está constituida por una o más capas de pliegos cuyos hilos dispuestos de pestaña a pestaña, están colocados a 90°, en relación a la línea del centro de la banda de rodamiento. (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana 2616, 2012)

Figura 4. Neumático radial.



**Fuente:** (Bandag, 2002, p. 73)

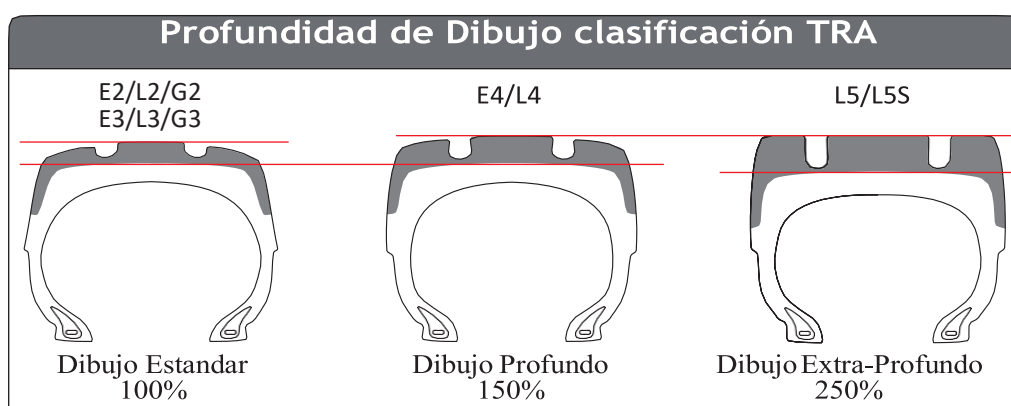
### 2.2.2 Caterpillar 17.5R25

Figura 5. Neumático Radial y Diagonal



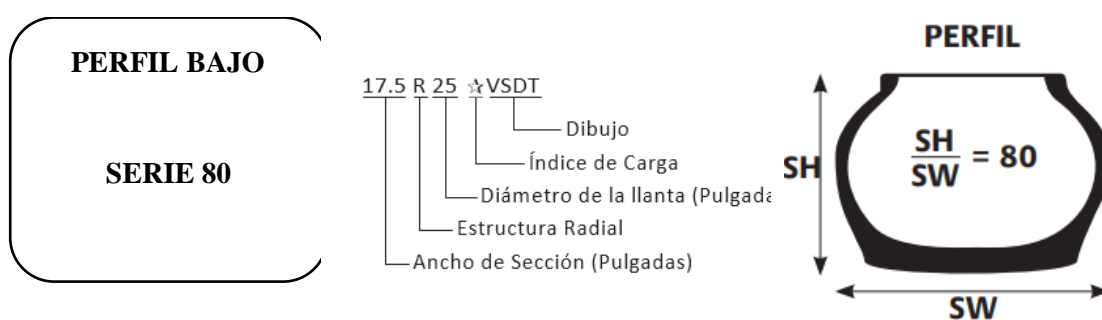
**Fuente:** (Bandag, 2002, p. 81)

Figura 6. Profundidad de Dibujo clasificación TRA



Fuente: (Bandag, 2002, p. 82)

Figura 7. Perfil bajo 17.5R25

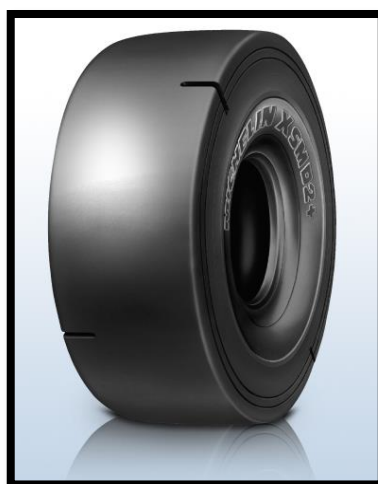


Fuente: (Bandag, 2002, p. 83)

### 2.2.1.1 Detalle del Producto

La llanta 17.5R25 modelo XSMD2+ diseñado para Scoops Mineros 4 Yds3.

Figura 8. Perfil bajo 17.5R25 XSMD2+ MICHELIN



Fuente: (Manual de Michelin, 2016.)

### **2.2.1.2 Ventajas**

Diseño agresivo en la banda de rodamiento provee excelente tracción y estabilidad es superficies blandas. - Dibujo abierto y área de contacto mayor garantizan un desgaste regular y mayor vida útil al neumático. - Hombros reforzados brindan resistencia a daños y cortes. - Construcción exclusiva en la banda de rodaje que lo hacen adherente a cualquier superficie.

### **2.2.3 Neumáticos Scoop 4 Yds<sup>3</sup>**

Un Scoop es un vehículo trackless de bajo perfil, para carga y descarga , acarreo de minerales y desmonte, diseñado sobre todo para realizar trabajos en minas de subsuelo tecnificadas, subterráneas, o en zonas con limitaciones de espacio. (López, Aguirre, & Álvarez , 2012, p. 52)

En minería subterránea, especialmente en la pequeña y mediana minería, los túneles se caracterizan por ser de baja altura y angostos, lo que impide el ingreso de vehículos mineros de grandes dimensiones. Son túneles estrechos, sin espacio lateral para realizar giros a 180°, del cual derivan galerías perpendiculares al eje del túnel, con cambios de dirección a 90° con cortos radios de curvatura que dificultan el desplazamiento aún para vehículos pequeños. (López, Aguirre, & Álvarez, 2012, p. 54)

Los Scoop están diseñados para operar en estas condiciones por lo que tienen las siguientes características:

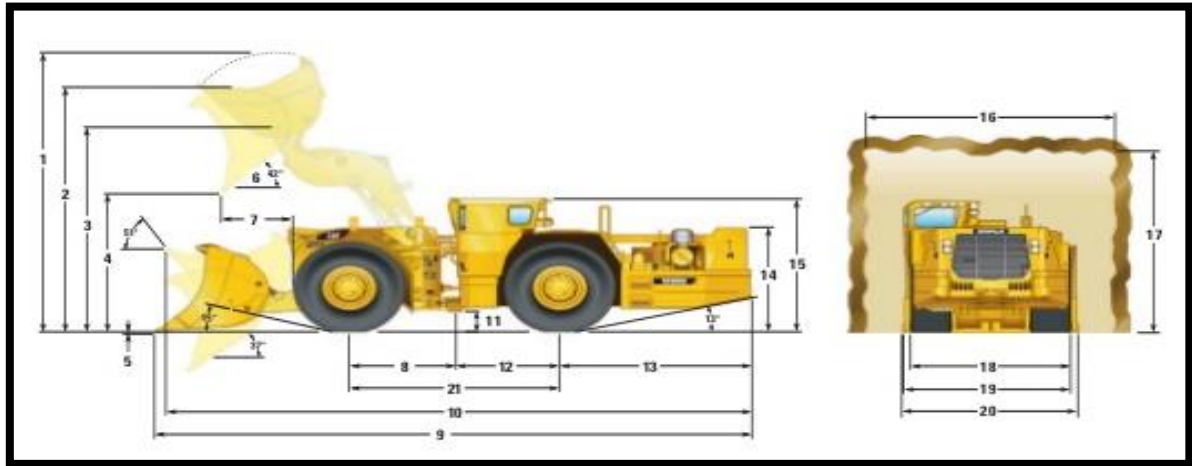
- Son de dimensiones pequeñas, relativamente angostos y de baja altura para poder ingresar a los túneles. Esta última característica es la que les da el nombre de “bajo perfil”.

Tienen un cucharón articulado para recoger y cargar una cantidad relativamente grande de material.

- Pueden desplazarse en reversa con la misma facilidad con la que avanzan, lo que les permite ingresar y salir de túneles angostos o sin espacio para girar. Simplemente retroceden.

- Tienen ruedas con neumáticos, lo que les permite desplazarse en cualquier dirección, es decir no está limitado a recorridos de rieles o troles.

Figura 9. Scoop Caterpillar 4 YDS3



**Fuente:** (Manual de Caterpillar, 2016.)

Los Scoop se utilizan para:

- Cargar una cantidad grande de material, ya sea mineral o desmonte.
- Trasladar el mineral a un área específica. (Labores, cámara de carguío, tajos, tolvas y rampas)
- Descargar la carga en un área específica, volquetes mineros o dâmpers de transporte.

Los Scoop cumplen estas labores en interior mina y en superficie. Generalmente transportan mineral de las galerías de interior mina a superficie para que esto pueda ser procesado en material concentrado

### 2.2.3.1 Principio de funcionamiento de un Scoop.

El motor diésel (1) es el motor primo que suministra toda la potencia al Scoop a altas rpm. Su eje de salida se acopla al convertidor de torque (2), donde reducen las rpm y se aumenta el torque en el eje de salida del convertidor (3) que transmite la potencia por el cardan del eje de entrada (4) a la transmisión (5) la que puede operar con tres marchas adelante y tres marchas atrás. Las relaciones de marcha se

seleccionan con un mecanismo de cambio manual, que actúa sobre la válvula de control de los embragues de la transmisión. . (López, Aguirre, & Álvarez, 2012, p. 62)

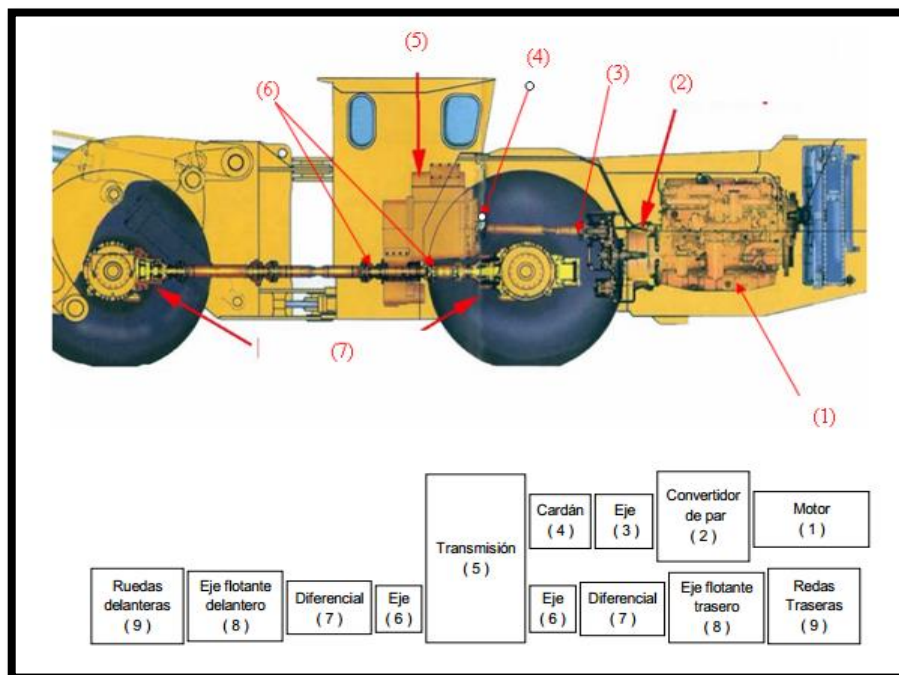
Figura 10. Los Scoop en mina y en superficie



**Fuente:** (López, Aguirre, & Álvarez, 2012, p. 57)

El eje de salida de la transmisión (6) transmite la potencia, por medio de los cardanes a los dos diferenciales (7), uno delantero y uno trasero. En cada uno de ellos el piñón de ataque y corona de cada uno transmiten la potencia a los ejes flotantes (8) y ruedas traseras y delanteras (9).

Figura 11. Funcionamiento de un Scoop minero



**Fuente:** (López, Aguirre, & Álvarez, 2012, p. 62)

### 2.2.3.2 Factores que afectan el rendimiento

- Iluminación en interior mina.
- Visibilidad de los puntos ciegos.
- Condiciones del área de carguío en labores.
- Condiciones del área de descarga en los tajos.
- Factor humano mediante los operadores.
- Granulometría del mineral a cargar según el área de geología.
- Pérdidas de Potencia por mantenimiento preventivo.
- Altura sobre el nivel del mar en la unidad minera
- Temperatura según el nivel de profundización.

### 2.2.3.3 Tipos y modelos de Stop.

Tabla 2. Tipos y modelos de Stop

ITEM	LHD Diesel	LHD eléctrico
<b>Flexibilidad</b>	Flexibles y fáciles de mover no solo para cambiar el equipo en un nivel sino para usarlo en otras actividades como limpieza de calles y barro	Están limitados a la zona de producción Limita el acceso a las zonas de trabajo Se limita el uso de las unidades a otras tareas lo que es bueno
<b>Reducción secundaria</b>	Se puede realizar reducción secundaria detrás de las maquinas	Se debe tener cuidado con los cables eléctricos
<b>Ventilación</b>	Requieren de aire fresco en la frente	Operan bajo mínimos requerimientos de aire → se debe considerar polvo
<b>Automatización</b>	•Es posible automatizar estos equipos. •No se pueden hacer conexiones con barreras de seguridad eléctricas	•Es posible automatizar estos equipos. •Se pueden hacer conexiones con barreras de seguridad eléctricas y la unidad que permite el apagado del equipo en condiciones de emergencia.
<b>Otros</b>		Carga mejor Alta disponibilidad Menor costo capital Silencioso Mas frío

Fuente: (Dim, 2005, p. 71)

Tabla 3. Tipos Lhd

Tipo de LHD	Largo mm	Ancho mm	Radio giro mm	Capacidad carga kg
<b>Tamrock</b>				
Micro-100	4597	1050	3191	1000
EJC 61	5486	1448	3734	2727
TORO 151	6970	1480	4730	3500
EJC 100 D	7341	1702	5004	4540
EJC 130 D	8407	1930	5511	5897
TORO 301	8620	2100	5780	6200
EJC 210 D	9957	2718	6553	9545
TORO 400	9252	2440	6590	9600
TORO 450	10003	2700	6537	12000
TORO 1250	10508	2700	6672	12500
TORO 1400	10508	2700	6887	14000
TORO 650	11410	3000	7180	15000
TORO 2500E	14011	3900	9440	25000
<b>Elphinstone</b>				
1500	9195	2482	6400	9000
1700	10640	2720	6680	12000
2800	10697	3048	7390	16200
<b>Wagner</b>				
HST-1A	5283	1219	3505	1361
ST-2D	6593	1651	4700	3629
ST - 3.5	8223	1956	5465	6000
ST-1000	8530	2040	5800	10000
ST-6C	9490	2610	6320	9525
ST-7.5Z	9800	2590		12272
ST-8B	10287	2769	7010	13608
ST-15Z	12396	3404	8443	20412

**Fuente:** (Dim, 2005, p. 72)

Las principales marcas fabricantes de Scoop son Sanvdik (Mod: Tamrock Toro), Atlas Copco (Wagner) y Caterpillar (Elphinstone)



Figura 12. Tamrock



**Fuente:** (Dim, 2005, p. 74)

Figura 13. Empitone



Los ejes de dicho sistema de referencia, se definen de la siguiente manera:

- Eje X: Es la intersección del plano medio de la rueda y el plano de la superficie de rodadura. El sentido positivo coincide con el de avance del vehículo.
- Eje Z: Es perpendicular al plano de la superficie de rodadura y su sentido positivo coincide con el de penetración en el suelo.

- Eje Y: Está formado por los dos descritos anteriormente, es perpendicular al eje X y al eje Z. Los tres son un sistema de coordenadas ortogonal.

Como se observa en la Figura. 2.5, existen tres fuerzas y tres momentos que rigen el movimiento de un neumático:

- Fuerza longitudinal ( $F_x$ ): es la resultante de las fuerzas que impulsan al vehículo, si ( $F_x > 0$ ) el vehículo está acelerando y si ( $F_x < 0$ ) el vehículo está frenado.
- Fuerza lateral ( $F_y$ ): es perpendicular a la anterior y producida principalmente por la aceleración lateral en curvas. Es positiva hacia la derecha y negativa a la izquierda.
- Fuerza normal ( $F_z$ ): es la fuerza vertical, la cual es perpendicular a las dos anteriores, y representa la reacción del peso del vehículo que le corresponde a cada rueda. Positiva hacia arriba.
- Momento de vuelco o basculante ( $M_x$ ): es el momento ejercido por el camino sobre el neumático.
- Momento de resistencia a la rodadura o de cabeceo ( $M_y$ ): es el momento que tiende a frenar el movimiento de la rueda debido principalmente a la deformación del neumático.
- Momento de auto alineación o de giro: es el momento que tiende a enderezar la rueda luego de efectuar una maniobra de giro.

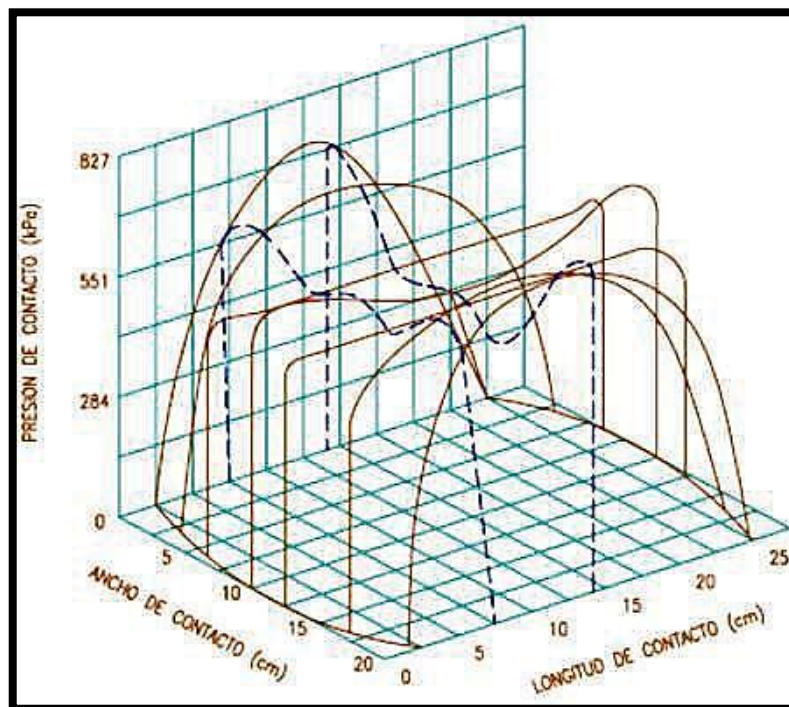
El origen del sistema coincide con el centro de la huella de contacto entre la superficie y la banda de rodamiento. Teniendo en cuenta los parámetros geométricos, fuerzas y momentos, se puede observar que existen dos ángulos de gran importancia en el comportamiento del neumático, los cuales son:

- Ángulo de caída ( $\gamma$ ): Es el ángulo formado por el plano X-Z y el plano de la rueda.
- Ángulo de deriva ( $\alpha$ ): Es el ángulo que forma la dirección de desplazamiento del centro de la superficie de contacto y la línea de intersección del plano de la rueda con la superficie de rodadura (eje X).

La huella de contacto es el producto de la flexibilidad del neumático y de la existencia de la fuerza normal del peso del vehículo en la dirección OZ entre la rueda y el suelo. La huella produce una distribución de presiones normales en su superficie, y al mismo tiempo, otra distribución de tensiones cortantes en la interfase, por la adherencia que existe entre neumático y la calzada. Al no ser una distribución homogénea de presiones, la fuerza resultante no tiene su punto de aplicación en el centro de la huella, lo que provocará momentos respecto a los ejes antes definidos.

Las componentes de las fuerzas que actúan sobre el neumático reflejadas dependen de factores diversos como la carga, la presión de inflado, la velocidad, el deslizamiento longitudinal, el ángulo de deriva, entre otros. Tanto las fuerzas debidas al peso como las dinámicas que actúan en el neumático, se transmiten a la superficie de rodadura mediante la huella de contacto. En ella se genera una presión variable. En la Figura 2.6 se representa la distribución de dicha presión.

Figura 14. Distribución típica de presión en la huella de contacto.



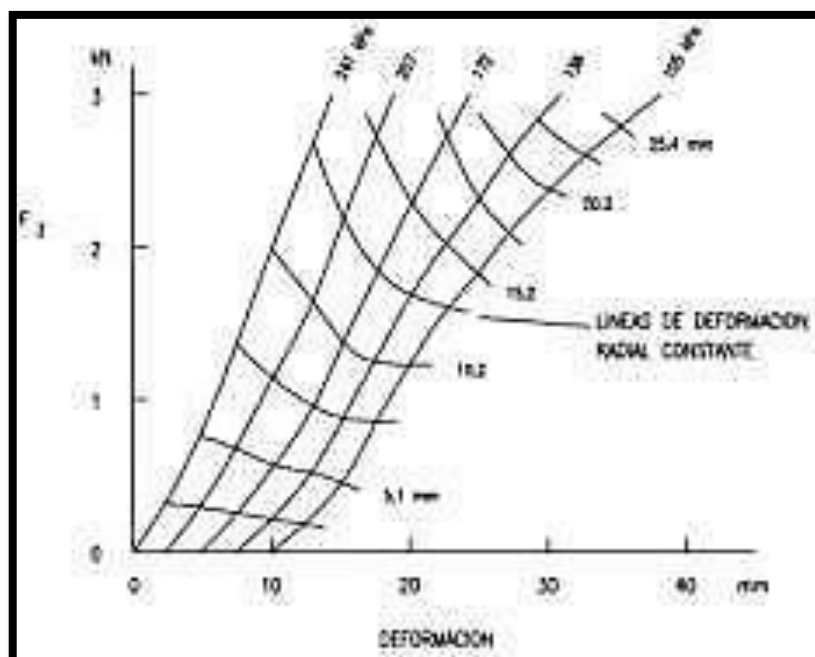
**Fuente:** (Dim, 2005, p. 3)

Los neumáticos radiales distribuyen de una manera más uniforme la presión, en el sentido de dirección transversal de contacto, debido a que estos neumáticos tienen mayor flexibilidad en los costados y una mayor consistencia en la banda de rodamiento. Las cargas del comportamiento dinámico de un neumático, en el caso que sean cargas laterales estas son soportadas por la carcasa y la presión de inflado del neumático.

Dependiendo del tipo de neumático, la proporción de la carga soportada y transmitida por cada uno de estos elementos es diferente. “Se ha comprobado que en neumáticos de avión, la carcasa soporta del 3 al 8% de la carga, mientras que en neumáticos de automóviles, la carcasa puede soportar el 15% de la carga y en neumáticos de tractores hasta el 60%” (Departamento de Ingeniería Mecánica, 2005), debido a la baja presión que estos últimos utilizan usualmente.

La resultante de las fuerzas normales, que se pueden considerar como radiales, está lógicamente relacionada con la deformación radial del neumático; es evidente que ésta aumentará con la carga, en la Figura 2.7 se indica la variación antes mencionada.

Figura 15. Variación de la deformación en función de la carga.



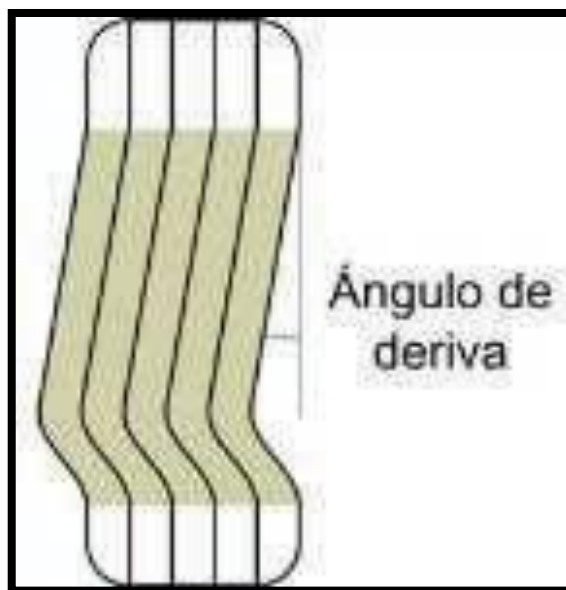
Fuente: Fuente: (Dim, 2005, p. 4)

### 2.2.2.2 Fuerza lateral ( $F_y$ ) y ángulo de deriva ( $\alpha$ )

El neumático es una alianza elástica entre el aro y el suelo. Como que fuera un muelle, para transmitir una fuerza entre ambos elementos debe sufrir una deformación que temple su estructura en la dirección de la fuerza aplicada. Cuando el vehículo toma una curva se presenta una flexión lateral que se caracteriza por el ángulo de deriva. (Castillo, 2005,p. 71)

El ángulo que forma la dirección en que apunta la rueda y en la que se está desplazando, se denomina ángulo de deriva, en la Figura 2.8 se observa dicho ángulo. La huella (sombreado en gris) y su forma esta exagerada para facilitar la representación. (Castillo, 2005,p. 72)

Figura 16. Esquema del ángulo de deriva

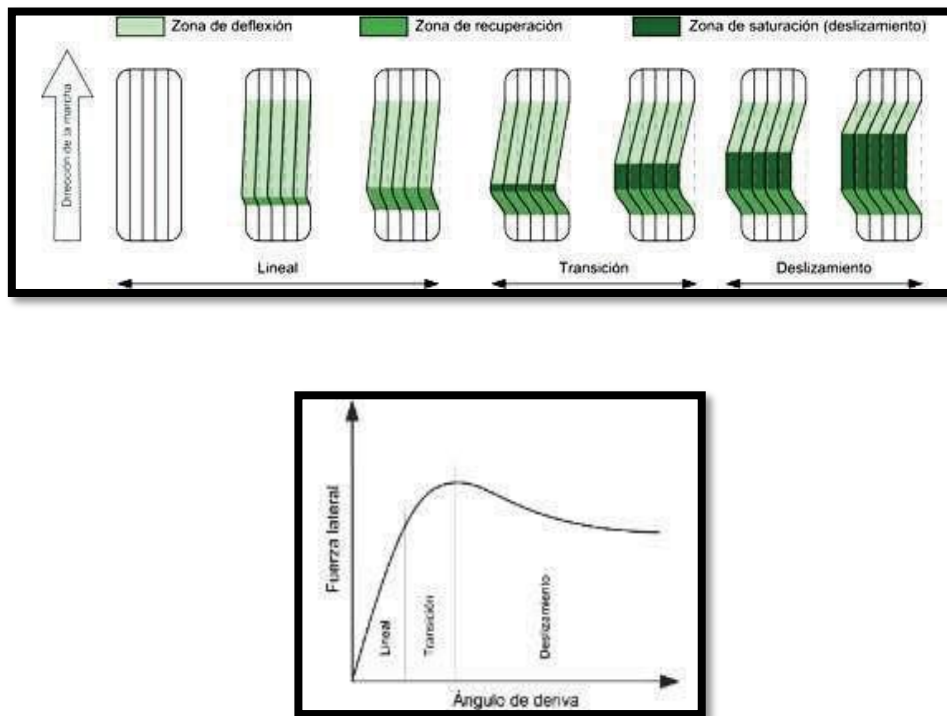


**Fuente:** (Castillo, 2005,p. 73)

Cuando se gira el volante para tomar una curva, se genera un ángulo de deriva. Con un ángulo mayor se provoca una fuerza lateral superior, dado que una mayor flexión requiere una mayor fuerza. Aunque carezcan de sistema de dirección, las ruedas posteriores, también desarrollan ángulo de deriva, a pesar de que apunten siempre (aproximadamente) en la misma dirección.

El ángulo de deriva presenta 3 diferentes etapas, como se muestra en la Figura 2.9. El primer tramo la relación entre la fuerza lateral y el ángulo de deriva es lineal. Toda la superficie de la huella mantiene un perfecto contacto con el suelo, lo que mantiene la adherencia del neumático es la adhesión.

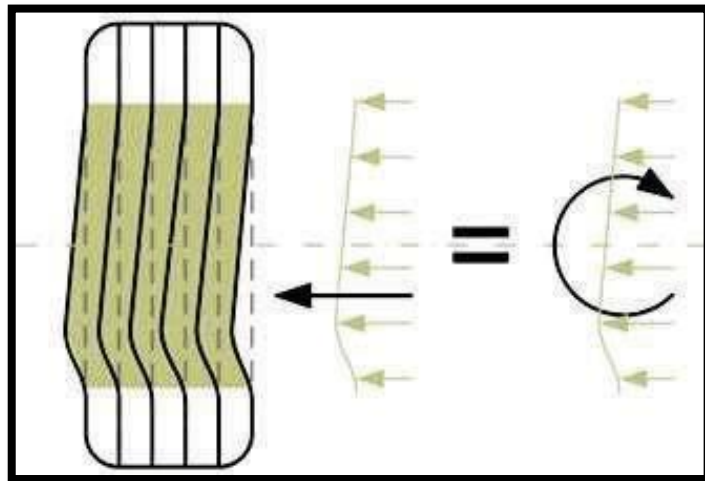
Figura 17.Etapas del ángulo de deriva.



**Fuente:** (Castillo, 2005,p. 74)

La distribución de la fuerza lateral (Figura 2.10) no es uniforme en toda la huella, porque la repartición de esfuerzos es más grande en la parte posterior y la fuerza resultante no pasa por el centro, por ende se presenta el momento autoalineante del neumático, que es uno de los motivos por el cual el volante deshace el giro. (Castillo, 2005,p. 77)

Figura 18. Fuerza lateral y momento autoalineante del neumático.



**Fuente:** (Castillo, 2005, p. 77)

Conforme aumenta el ángulo de deriva aumenta la fuerza lateral y por ende el momento autoalineante de la huella. Cuando se toma una curva muy cerrada o a alta velocidad, se requiere mayor esfuerzo. La Figura 2.11 muestra la evolución del momento autoalineante con respecto a la fuerza lateral incorporada de manera comparativa. (Caceres , 2008, p. 91)

Figura 19. Relación entre el momento autoalimenté y el ángulo de deriva



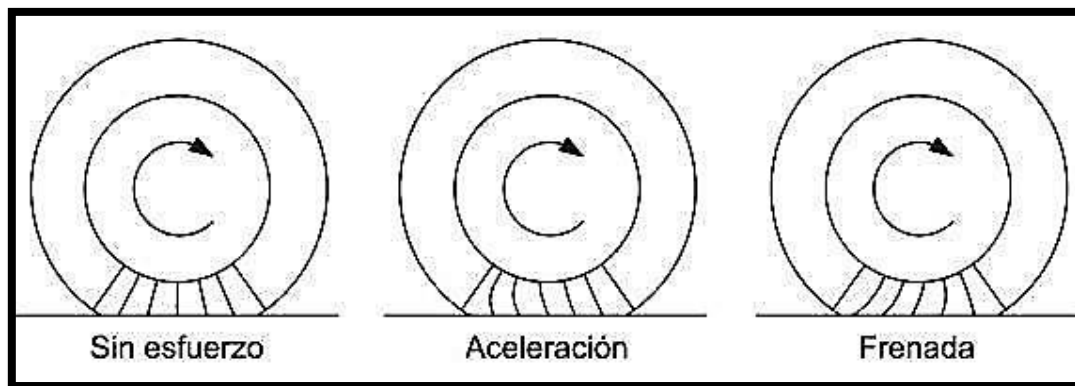
**Fuente:** (Caceres , 2008, p. 91)

El momento autoalineante del neumático es el responsable de lo que siente el conductor en el volante.

### 2.2.2.3 Fuerza longitudinal ( $F_x$ )

La deformación que el neumático percibe por las fuerzas laterales se puede describir por el ángulo de deriva y por los esfuerzos longitudinales generados por el grado de deslizamiento. Estas deformaciones se visualizan si se pinta una serie de radios en el flanco del neumático, como se muestra en la Figura 2.12 de forma extremada. (Caceres , 2008, p. 92)

Figura 20. Fuerzas longitudinales.



**Fuente:** (Caceres , 2008, p. 92)

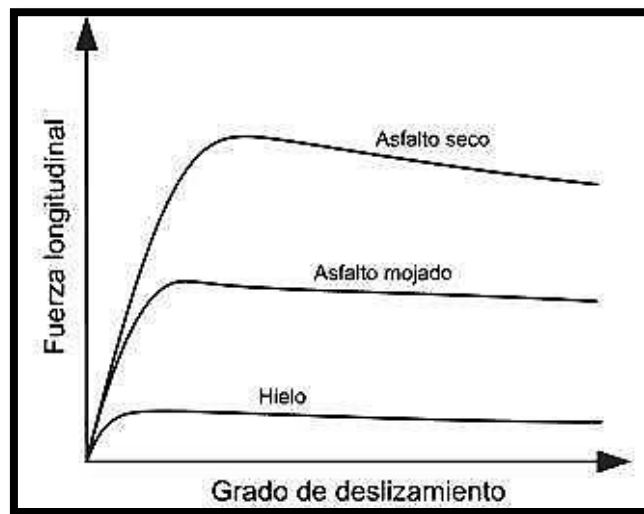
Quitando los efectos de la resistencia a la rodadura, cuando el motor y los frenos no transmiten fuerza, no habrá fuerzas que deformen tangencialmente al neumático y los radios mantendrán una posición perfectamente radial (Figura 2.12, Sin esfuerzo).

Cuando se acelera (Figura 2.12, Aceleración), la potencia del motor, transmitida a través de la llanta, tira del interior del neumático en sentido horario, intentando que gire más rápido. Por el contrario, y mientras el límite de adherencia no sea superado, la fricción con el suelo hace que la huella permanezca en contacto con el asfalto. El mismo efecto se observa en el caso de una frenada (Figura 2.12, Frenada), pero llanta, por acción de los frenos, gira en sentido antihorario. (Caceres , 2008, p. 97)



La forma en que la fuerza de aceleración o frenada transferida por el neumático varía en función del grado de deslizamiento, se presenta de forma esquemática en la Figura 2.13, solo para deslizamientos positivos (aceleración). Para el efecto de frenado es equivalente, pero con valores negativos de deslizamiento y fuerza. (Caceres , 2008, p. 98)

Figura 21. Relación entre la fuerza longitudinal ejercida en el neumático y el grado de deslizamiento.



Fuente: (Caceres , 2008, p. 98)

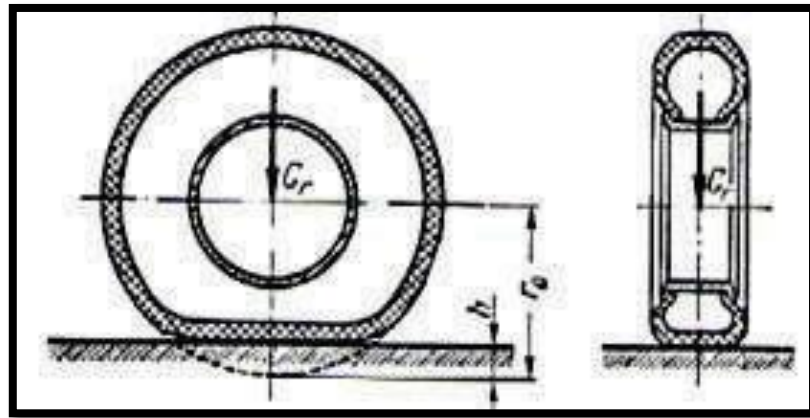
#### 2.2.2.4 Fuerza normal ( $F_z$ )

La carga normal que actúa sobre el neumático afecta de manera importante a la deriva. La consideración de este parámetro adquiere mayor importancia, en el estudio de la estabilidad y control de la trayectoria del vehículo, si se tiene en cuenta el efecto de transferencia de carga de unas ruedas a otras, tanto durante la circulación en curva o bajo los efectos de otras acciones laterales, como en los periodos de aceleración y frenado. (Cáceres , 2008, p. 102)

En la Figura 2.14 se representa la deformación del neumático por la acción de la carga normal  $G_r$ , aplicada en la rueda. La deformación del neumático se expresa por la

disminución de la distancia desde el eje de la rueda hasta su superficie de apoyo, en comparación con el radio libre  $r_0$  del neumático sin carga en un valor igual a  $h$ .

Figura 22. Deformación del neumático por acción de la carga normal.



**Fuente:** (Caceres , 2008, p. 106)

Para el análisis de la deformación del neumático por efecto de la carga normal se utiliza la siguiente ecuación:

$$\beta_n = \frac{Gr}{h} \quad \text{Ec. (1.1)}$$

Dónde  $\beta_n$  es el coeficiente medio (reducido) de rigidez del neumático en dirección normal y su unidad es kgf/mm, este es uno de los parámetros más importantes del neumático. (Caceres , 2008, p. 107)

Su valor depende principalmente de la presión del aire en el neumático (cuando menor es la presión, mayor es la deformación normal del neumático y menor el coeficiente  $\beta_n$ ), de las dimensiones, estructura y materiales empleados para la fabricación del neumático (cuanto más rígida es la capa exterior del neumático, mayor es el valor de  $\beta_n$  relativamente). (Caceres , 2008, p. 108)

#### 2.2.2.5. Rigidez del neumático

La deformación que sufre el neumático es una reacción a las fuerzas aplicadas por el camino en cualquier dirección, esto es una parte principal de la dinámica del vehículo y

el cálculo de la rigidez depende de las propiedades mecánicas y las condiciones del medio ambiente. (Fernández., 2001, p. 81)



La rigidez del neumático radial está dividida en dos partes. El flanco tiene una pequeña rigidez por la disposición de sus hilos en la carcasa, y la banda de rodamiento tiene gran rigidez por la existencia de los cinturones, como se observa en la Figura 2.15. (Fernández., 2001, p. 82)

En una rueda cargada verticalmente sobre una superficie rígida y plana, se puede observar la reacción a la carga, porque el neumático sufre deformación y forma una superficie de presión en la huella de contacto

Figura 23. Neumático cargado verticalmente.



**Fuente:** (Fernández., 2001, p. 85)

La fuerza de reacción se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$F_z = f(\Delta z) \quad \text{Ec. (1.2)}$$

Con una curva experimental entre las variables fuerza y deformación, se obtiene el gráfico de la Figura 2.17, en la que se puede ver que la relación es casi lineal, por lo cual se puede expresar la siguiente ecuación:

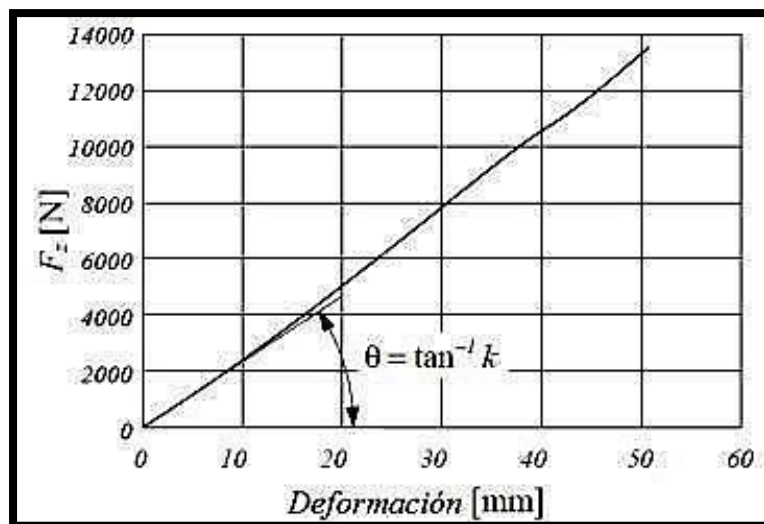
$$F_z = \frac{\delta f}{\delta(\Delta_z)} \times \Delta_z \quad \text{Ec. (1.3)}$$

Donde  $\frac{\delta f}{\delta(\Delta_z)}$  es la pendiente de la curva en el punto inicial, y se la denomina coeficiente  $\delta(\Delta_z)$  de rigidez  $k_z$

La deformación normal  $\Delta_z$ , permanece proporcional a la fuerza vertical  $F_z$  y se puede formular con la siguiente ecuación:

$$F_z = k_z \times \Delta_z \quad \text{Ec. (1.4)}$$

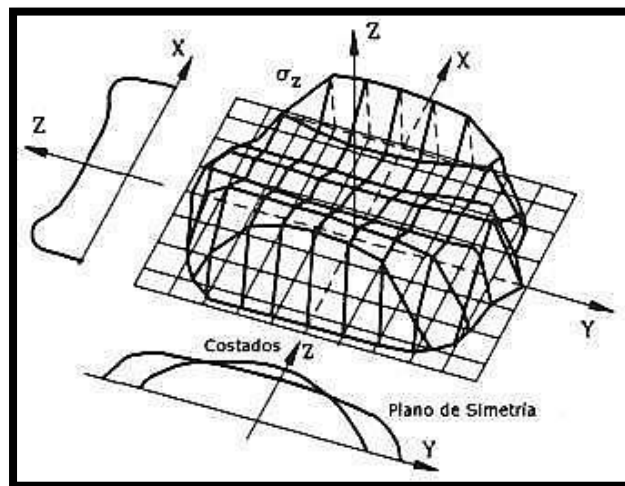
Figura 24. Relación entre la fuerza vertical y la deformación.



**Fuente:** (Fernández., 2001, p. 87)

La curva de rigidez es influenciada por varios parámetros, siendo el principal la presión de inflado. La distribución de presiones en la huella de contacto es representada en la Figura 2.18, en donde se puede observar un gráfico tridimensional y dos cortes, uno transversal y otro longitudinal. (Fernández., 2001, p. 88)

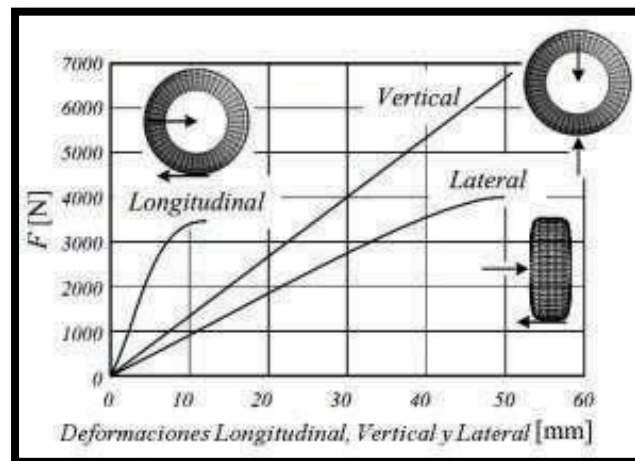
Figura 25. Distribución de presiones en la huella de contacto



**Fuente:** (Fernández., 2001, p. 88)

Para analizar las fuerzas horizontales o tangenciales, longitudinales y transversales, se debe realizar ensayos experimentales y construir las curvas que las relacionan con sus respectivas deformaciones, cuando el neumático está en operación. Para lo cual se presenta el diagrama de la Figura 26, para poder ver los casos antes mencionados, la curva muestra una linealidad hasta cierto valor de deformación, por lo que se puede proceder analíticamente calculando las derivadas parciales en el punto de origen y determinar la rigidez en los sentidos que corresponden. (Fernández., 2001, p. 91)

Figura 26. Deformaciones del neumático en las diferentes direcciones

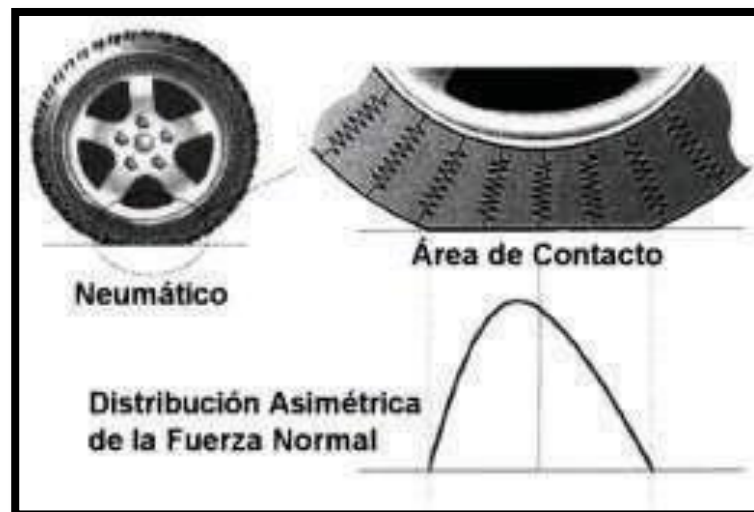


Fuente: (Fernández., 2001, p. 91)

### 2.2.2 6 Resistencia a la rodadura

Cuando el neumático rueda sobre un piso duro, sujeto a una carga vertical, se origina una deformación radial, provocando una distribución asimétrica respecto al eje Y, como se observa en la Figura 27. (Niebel, 1996,p.110)

Figura 27. Distribución asimétrica del diagrama de presiones bajo la rueda girando

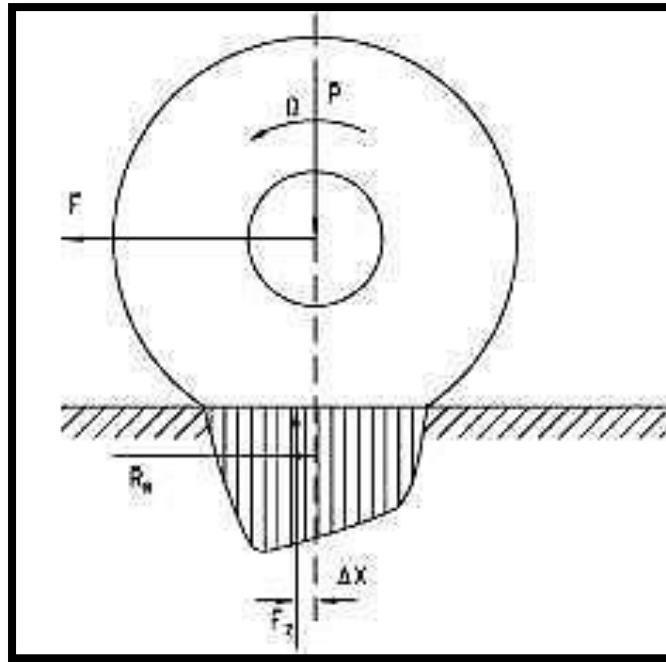


Fuente: (Niebel, 1996,p.110)

La distribución asimétrica de la presión en la interface neumático suelo (Figura 28), causa que la resultante de todas las fuerzas que forman esta distribución, se sitúen a una

distancia  $\Delta x$  (Figura 28) del eje de la rueda, lo que provoca un momento ( $M_y$ ) alrededor del eje de rotación que se opone al giro y al desplazamiento del vehículo. A dicho par  $M_y$  se le llama momento de resistencia a la rodadura. (Niebel, 1996,p.111)

*Figura 28. Distribución de presiones en el área de contacto neumático-suelo*

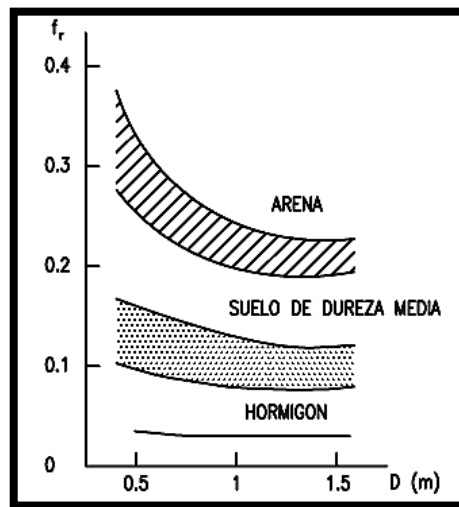


**Fuente:** (Niebel, 1996,p.111)

La condición de equilibrio en dirección longitudinal impone la existencia de una fuerza igual y contraria aplicada en la zona de contacto neumático-suelo; esta fuerza horizontal resultante es comúnmente conocida como resistencia a la rodadura ( $R_r$ ) y la relación entre esta fuerza y la carga normal a la superficie de rodadura ( $P$ ) aplicada a la rueda, se denomina coeficiente de resistencia a la rodadura ( $f_r$ ), por lo tanto la ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$f_r = \frac{R_r}{P} \quad \text{Ec. (1.5)}$$

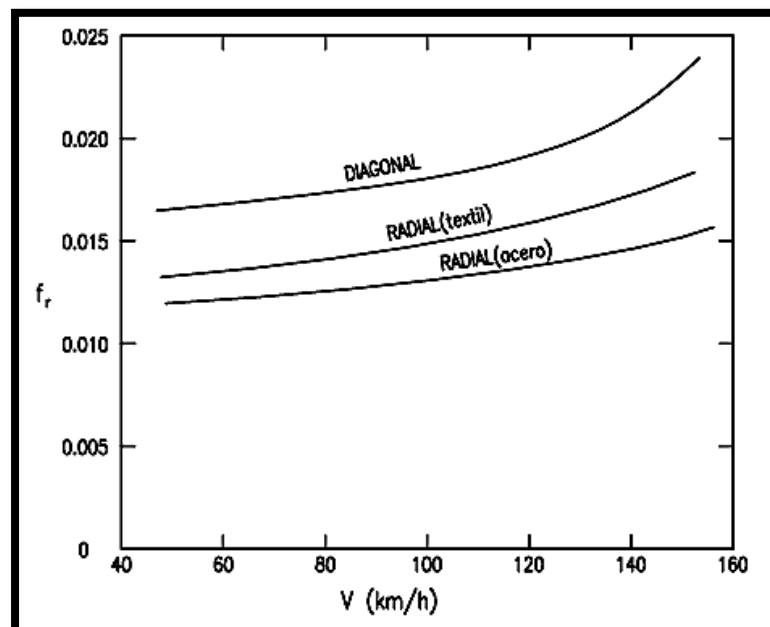
Figura 29. Variación del coeficiente de resistencia a la rodadura en función de la velocidad



Fuente: (Niebel, 1996,p.112)

Se puede observar que el tipo de terreno sobre el que se transita también condiciona el valor de la resistencia a la rodadura. Fuente: (Niebel, 1996,p.113)

Figura 30. Variación del coeficiente en función del tipo de terreno y del diámetro





### 2.2.2.7 Valores del coeficiente de rodadura

Los varios factores que influyen sobre la resistencia a la rodadura, hace difícil establecer expresiones matemáticas que los contemplen en su totalidad. (Niebel, 1996,p.115)

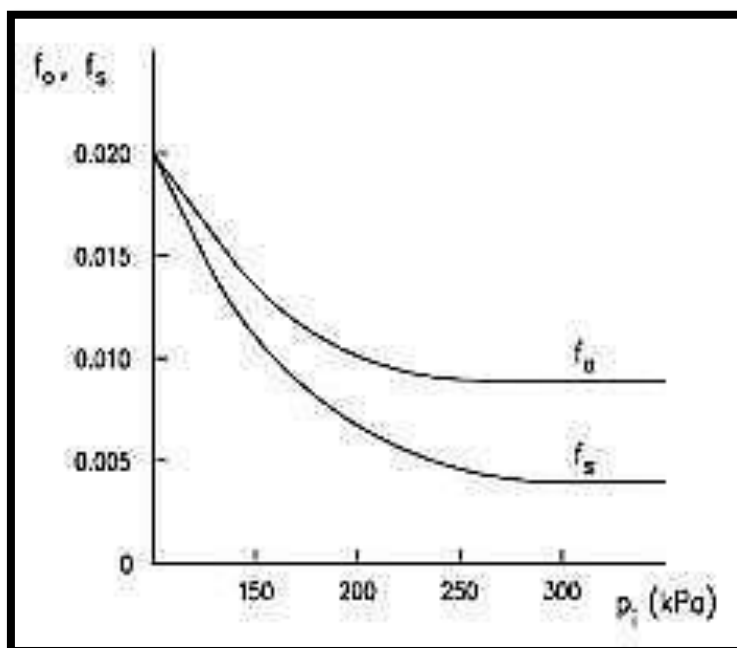
Para neumáticos de turismo, que transitan en pavimento de hormigón, el coeficiente de resistencia a la rodadura se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$f_r = f_o + f_s \times \left(\frac{V}{100}\right)^{2,5}$$

**Ec. (1.6)**

Donde V representa la velocidad en km/h,  $f_o$  y  $f_s$  son parámetros que dependen de la presión de inflado ( $P_i$ ) y pueden obtenerse de la siguiente gráfica de la Figura 2.24.

Figura 31.Variación de los coeficientes  $f_o$  y  $f_s$  en función de la presión de inflado de los neumáticos.



**Fuente:** (Niebel, 1996,p.116)

En la Tabla 4 se indican algunos valores del coeficiente de resistencia a la rodadura ( $f_r$ ), en función del tipo de neumático, de acuerdo a la naturaleza del suelo o calzada y al vehículo que se va utilizar

Tabla 4. Coeficiente de resistencia a la rodadura (fr) de los neumáticos.

Tipo de vehículo	Superficies		
	Hormigón o asfalto	Dureza media	Aerena
Turismos	0,015	0,080	0,300
Camiones	0,012	0,060	0,250
Tractores	0,020	0,040	0,200

**Fuente:** (Niebel, 1996,p.117)

#### 2.2.4 Rango de temperatura (temperatura) del neumático

Los rangos de temperatura son A (la más alta), B y C, ver Tabla 2.3, los cuales representan la resistencia del neumático a la generación de calor y su capacidad para disiparlo cuando se prueba bajo condiciones controladas en pruebas específicas de laboratorio. La exposición prolongada a la alta temperatura puede provocar que el material del neumático se degrade, reduciendo la vida útil del mismo, y una temperatura excesiva puede conducir a un fallo repentino del neumático. Si el neumático no disipa el calor de manera efectiva o resiste los efectos destructivos de la acumulación de calor, no cumplirá la característica de rodar a elevadas velocidades. (López, Aguirre, & Álvarez , 2012, p. 71)

Las diferentes temperaturas se establecen al medir la capacidad de un neumático cargado trabajando a elevadas velocidades sin fallar, el cual está inflado correctamente y gira contra una rueda de prueba de alta velocidad de diámetro más grande. El grado C pertenece a un nivel de desempeño que todos los neumáticos para “automóviles de turismo deben cumplir, bajo la Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 109. Los grados B y A constituyen los niveles más altos de rendimiento en la rueda de prueba de laboratorio que el mínimo requerido por la ley” (National Highway Traffic Safety Administration, 2013, p. 11).

Tabla 5. Rangos de temperatura del neumático.

Rangos de temperature	Velocidad en Km/h
A	de 185 en adelante
B	entre 160 y 185
C	entre 136 y 160

**Fuente:** (National Highway Traffic Safety Administration, 2013, p. 11).

El rango de temperatura del neumático es un aspecto que se debe tener muy en cuenta, porque la falta de inflado, el transporte de cargas pesadas, y conducir a altas velocidades, son factores que pueden elevar la temperatura del neumático y reducir su durabilidad significativamente. (López, Aguirre, & Álvarez, 2012, p. 74)

La temperatura A (Figura 32): significa que el neumático resiste sin problemas la generación de calor. Este es el máximo nivel de desempeño que indica que el neumático soportó una velocidad de 185 km/h sin fallar.

La temperatura B: es menor la resistencia. “El neumático superó los 160 km/h pero no 185 km/h.

La temperatura C: la resistencia no alcanza el mínimo de seguridad establecido. Es el mínimo nivel de desempeño que indica que el neumático soporta velocidades menores a 160 km/h” (López, Aguirre, & Álvarez, 2012, p. 75)

Figura 32. Factor de temperatura A



**Fuente:** (López, Aguirre, & Álvarez, 2012, p. 74)

## **CONCLUSIÓN**

Para los neumáticos nuevos y reencauchados de 17.5R25 de esta proyecto experimental la temperatura es un factor importante por lo que ya que en el interior mina las velocidades máximas son de 25 km/hr, adicionalmente la ventilación en los accesos de interior mina son ventilados y en las labores más profundos existe presencia de agua fría.

### **2.2.3.1 La presión de aire y la variación de temperatura del neumático**

El peso del vehículo es soportado por la presión de aire dentro del neumático, por ende es indispensable mantener la correcta presión de inflado, para que el neumático provea la maniobrabilidad, tracción y durabilidad, para lo cual fue diseñado. Por lo antes citado es recomendable verificar habitualmente la presión de inflado, para garantizar que las influencias del tiempo, cambios de temperatura o pequeños orificios, no hayan alterado la misma. (López, Aguirre, & Álvarez , 2012, p. 77)

La presión correcta de inflado del neumático viene inscrita en el manual del automóvil o en la placa (usualmente ubicada en la puerta) del vehículo.

### **2.2.5 Rango de desgaste (trepadera) de la banda de rodadura del neumático**

Los grados de desgaste (treadwear) establecido por la UTQG de la banda de rodadura se basan en el uso de una vía real, en el que el neumático de prueba se ejecuta en un convoy de vehículos junto con los neumáticos de control del curso estandarizados. El vehículo funciona repetidamente en un bucle de pruebas establecido de 400 millas (644 km) al oeste de Texas, con un total de 7200 millas (11587 km). El vehículo debe estar alineado, con la presión de aire verificada y una rotación de llantas cada 800 millas (1287km). Se mide el desgaste del neumático de prueba y de los neumáticos de control, durante la prueba y al final de la misma. Los fabricantes de neumáticos a continuación le asignan un grado de treadwear en función de los porcentajes de desgaste observados. Al neumático de control se le asigna un grado y el neumático de ensayo recibe una calificación que indica su desgaste relativo. Un grado treadwear de 100 indica que la banda de

rodadura de un neumático durará lo mismo que el neumático de prueba, por lo tanto si se tiene un treadwear de 200 o 300, indican que la llanta podría durar al menos el doble o el triple de tiempo, que el neumático de prueba. (López, Aguirre, & Álvarez, 2012, p. 82)

El problema con los grados UTQG del desgaste de la banda de rodadura, es que están abiertos a varias interpretaciones por parte de los fabricantes de neumáticos, por el motivo que se asignan un grado de treadwear después de que el neumático sólo ha experimentado un poco de desgaste ya que se recorre 7200 millas(11587 km). Esto significa que los fabricantes de neumáticos necesitan extrapolar sus datos obtenidos de desgaste cuando van asignar los grados de treadwear del neumático, por tal motivo las calificaciones de los grados de desgaste varían de un fabricante a otro. Por lo general, la comparación que se debe realizar de los grados de desgaste de la banda de rodadura, es entre la misma línea de producción del fabricante para que sea útil, ya que si se intenta comparar los grados de treadwear entre los diferentes fabricantes de neumáticos no va a generar ningún resultado favorable. (López, Aguirre, & Álvarez , 2012, p. 83)

El treadwear (desgaste), que se observa en la Figura 33, es una medida de la durabilidad de la banda de rodadura, la cual fue determinada en condiciones controladas basadas en una pista de prueba específica que realiza el DOT (Departen Of Transportation en E.E.U.U.). El grado numérico obtenido, indica qué tanto dura la banda de rodadura comparada con una referencia estándar de 100 del neumático de prueba. Por ejemplo, un treadwear de 200 significa que el neumático durará 2 veces más que la medida estándar. Mientras mayor es el grado de desgaste, quiere decir que el neumático que se esté utilizando tiene una mayor vida útil que la del neumático de prueba y viceversa. Cabe recalcar que el desgaste real o el rendimiento relativo de un neumático, “depende de las condiciones reales de uso y puede variar debido a los hábitos de conducción, prácticas de servicio, las diferencias en las características de la carretera, el clima, entre otras; todas estas variables afectan el treadwear (desgaste) del neumático” (López, Aguirre, & Álvarez , 2012, p. 87)

Figura 33. Factor de desgaste (treadwear) 60.



**Fuente:** (López, Aguirre, & Álvarez, 2012, p. 87)

Cabe mencionar que el grado de treadwear establecido por la UTQG (Uniform Tire Quality Grading) es sólo una de las guías para la selección de los neumáticos, ya que la calificación proporciona es una percepción de la vida útil de la banda de rodadura y no una garantía. “El grado de treadwear es un número asignado que el fabricante lo determina y lo marca en la pared lateral del neumático, a partir de pruebas independientes por cada constructor de forma privada” (López, Aguirre, & Álvarez , 2012, p. 88)

#### **2.2.4.1 Relación con el coeficiente de fricción**

El coeficiente de fricción medio ( $\mu$ ) está relacionado con la calificación del grado de treadwear del neumático por la siguiente fórmula:

$$\mu = \frac{2.25}{TM^{0.15}} \quad \text{Ec. (2.1)}$$

Una calificación de treadwear inferior indica un coeficiente de fricción más alto, por lo tanto proporciona una distancia de frenado más corta. En un neumático blando y superblando el material se desvanece más rápido para proporcionar dicho rendimiento. Los neumáticos señalados tienen un grado de treadwear extremadamente bajo o a veces

incluso cero, el cual viene marcado por parte del fabricante y estos se utilizan en los vehículos de carreras. (López, Aguirre, & Álvarez , 2012, p. 92)

#### **2.2.6 Rango de tracción (traction) del neumático**

Los grados de tracción UTQG se basan en el coeficiente de tracción de los neumáticos en una línea recta como en los patines del neumático en las superficies de prueba especificadas. Las pruebas de tracción UTQG no evalúa el frenado sobre áreas secas, las curvas en superficies secas o mojadas, ni tampoco la resistencia al deslizamiento en agua (hydroplaning) en altas velocidades. (López, Aguirre, & Álvarez, 2012, p. 98)

Los grados de tracción se determinan instalando neumáticos de prueba correctamente inflados en el eje de en un remolque. Dicho remolque es transportado por un camión a una velocidad constante de 40 mph (65Km/h), sobre superficies de prueba de asfalto y concreto mojadas. Los frenos son bloqueados momentáneamente y los sensores del eje miden el coeficiente de fricción de los neumáticos (las fuerzas de frenado g) mientras se deslizan. Debido a que esta prueba evalúa el deslizamiento de los neumáticos a una velocidad constante de 40 mph (65Km/h), el mismo, hace más énfasis en el compuesto del caucho del neumático que en el diseño de la banda de rodadura. (López, Aguirre, & Álvarez , 2012, p. 99)

En 1997, los grados de tracción UTQG fueron revisados para proporcionar una nueva categoría AA para los neumáticos de más alto rendimiento, además de los primeros grados A, B y C. “Anteriormente, el grado A era el más alto disponible y fue adjudicado a los neumáticos que ofrecen los coeficientes de tracción en mojado, por encima de 0,47g en el asfalto y 0,35g en el concreto” (Tire Tech, s.f.). Hoy en día los grados y sus coeficientes de tracción (Tabla 6) son los siguientes:

Tabla 6. Rangos de tracción del neumático

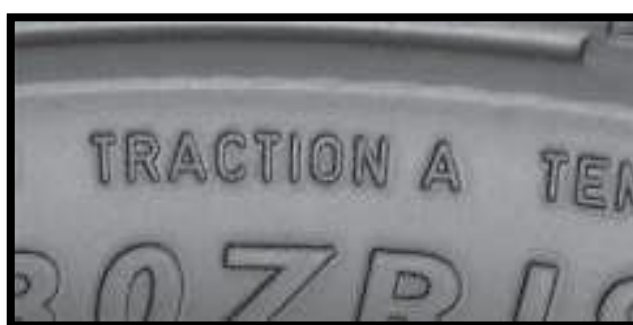
Rangos de tracción	Asfalto fuerza g	Concreto fuerza g
AA	Arriba de 0.54	0.38
A	Arriba de 0.47	0.35
B	Arriba de 0.38	0.26
C	Menos de 0.38	0.26

**Fuente:** (López, Aguirre, & Álvarez, 2012, p. 99)

La tracción es la medida que indica la habilidad del neumático para detenerse en una superficie húmeda de asfalto y concreto bajo condiciones controladas. El grado de tracción es medido únicamente en línea recta. (López, Aguirre, & Álvarez, 2012, p. 110)

A los neumáticos se les realizan pruebas de frenado sobre superficies mojadas de concreto y asfalto. Las clasificaciones de tracción (Figura 34) se determinan en función de los coeficientes de tracción que calcula el gobierno a partir del uso de los neumáticos de control. Las clasificaciones de tracción varían entre AA, A, B y C, donde AA es el grado más elevado.

Figura 34. Factor de tracción A.



Fuente: (López, Aguirre, & Álvarez, 2012, p. 111)

“Grado AA: El neumático tuvo un desempeño sobresaliente en ambas superficies.



Grado A: El neumático tuvo un desempeño bueno en ambas superficies.

Grado B: El neumático tuvo un desempeño bueno al menos en una de las superficies.

Grado C: El neumático tuvo un pobre desempeño en una o ambas superficies” (Dunlop, 2015).

“Cabe recalcar que el grado de tracción asignado a cada neumático se basa en pruebas de tracción de frenado recto en superficies mojadas y no incluye características de aceleración, curvas, hidroplaneo o tracción máxima” (Tires Guides, s.f.).

## **2.2.7 Reencauche de los neumáticos**

El reencauche o recauchutado neumático es un proceso que viene en vías de desarrollo en varios países del mundo, ya que tiene la finalidad de reutilizar la carcasa de un neumático con una banda de rodamiento fuera de los límites permisibles, el proceso consiste en recuperar a estas carcasas gastadas, adhiriendo una nueva banda de rodamiento, esta tiene que tener las mismas características que un neumático nuevo, todas estas innovaciones en el proceso de reencauche están direccionadas a reducir costos y disminuir la contaminación ambiental por el desecho de neumáticos usados. (Cano, Garcia , & Urbina , 2007,p. 51)

El Ecuador adoptó la actividad del reencauche en la década de los años 70, fue el inicio de pequeñas y medianas empresas que iniciaron con la recolección de neumáticos e implementaron procesos básicos de reencauche en frío, con el pasar del tiempo el proceso ha ido mejorando, gracias a la implementación de normas técnicas, un mejor control de calidad al producto terminado, que hasta la presente en el Ecuador, se tiene un sinnúmero de empresas dedicadas al reencauche y con la diversificación de los tipos de reencauche en frío y reencauche en caliente. (Cano, Garcia , & Urbina , 2007,p. 52)

## **CONCLUSIÓN**

El proceso de reencauche de neumáticos es la unión molecular entre la carcasa y una nueva banda de rodadura, teniendo como objetivo un tiempo de vida útil adicional con la calidad y confiabilidad a la de un neumático nuevo, y este debe de tener todas las similitudes en propiedades, sin afectar ni alterar las funciones de tales neumáticos y trabajos a los que son sometidos para sus rendimientos reales.

### **2.2.8 Tipos de reencauche**

En la actualidad se tienen dos métodos de reencauche, que tienen la funcionalidad de recuperación de la banda de rodadura, ya sea proceso de reencauche en frío o reencauche en caliente.

#### **2.2.7.1 Reencauche en caliente**

Se debe inspeccionar que esté en buenas condiciones la carcasa del neumático, por consiguiente eliminar la banda de rodadura mediante raspado. Para la recuperación de la banda de rodadura en este proceso se aplica caucho crudo por medio de extrusión por todo el contorno de la superficie de la carcasa preparada. “A continuación se vulcaniza la carcasa recubierta en un molde caliente correspondiente al perfil deseado a una temperatura aproximadamente de 155-165°C” (Gavilanes, 2013).

En la planta de reencauche de la empresa Neuma Perú Contratistas Generales SAC se viene utilizando el proceso de reencauche en caliente mediante una máquina autoclave, la cual se le realiza el seguimiento mediante la temperatura y el tiempo de la máquina en mención.

#### **2.2.7.2 Reencauche en frío**

Se realiza el control de calidad del neumático, luego se restablece la banda de rodamiento en la carcasa, el proceso definido de reencauche consiste en raspar la carcasa usada en la corona. “En la carcasa se coloca una banda de rodadura pre-curada junto con un cojín sin curar. El neumático así preparado se vulcaniza en autoclave a una temperatura aproximadamente de 98°C y a una presión de 120 psi” (Cano, García, & Urbina, 2007, p. 57)

En la actualidad el proceso de reencauche en frío viene siendo reemplazado en un 80% del total en el mercado nacional e internacional, ya que en proceso en caliente genera mayor efectividad de tiempo de los trabajos de reencauche.

#### **2.2.7.3 Proceso de reencauche**

El proceso de reencauche implementado en el Ecuador, según las normas técnicas Ecuatorianas (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana 2582, 2012); inicia desde la recepción de las carcasas de los neumáticos usados, la reglamentación vigente obliga a las empresas dedicadas al reencauche en tener registros de neumáticos reencauchados así como de neumáticos no aptos para reencauche, a su vez indica los números de reencauche permisibles, cabe recalcar que en la actualidad los neumáticos soportan como máximo tres reencauche. A continuación se detalla en brevedad todo el proceso de reencauche. (Cano, García, & Urbina, 2007, p. 59)

#### **2.2.7.4 Inspección inicial**

El reencauchador debe seleccionar las carcasas que son aptas para ser reencauchadas y/o reparadas según criterios técnicos de las normas, entre los parámetros generales a considerar dentro de la revisión están los siguientes: roturas, perforaciones, agrietamientos, soplados, estado de los hombros, pestañas, envejecimiento, entre otros, cabe resaltar que en esta etapa es muy importante revisar el DOT del neumático, es decir el año-semana de fabricación. El neumático a ser reencauchado no debe tener más de 5 años desde su fabricación.

Figura 35. Inspección inicial.



**Fuente:** (Michelin, 2016,p. 4)

#### **2.2.7.5 Raspado**

La carcasa se debe raspar mediante sistemas compatibles con el proceso de reencauche utilizado, respetando los radios y anchos recomendados por organizaciones tales como: el TIA (Tire Industry Association, RMA (Rubber Manufacturers Association), el ARA (American Retreaders Association) o el fabricante de la carcasa. (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana 2582, 2012)

La funcionalidad del raspado es tener una superficie acorde a la banda de rodamiento a ser adherida, en la carcasa del neumático, a la vez en este proceso se puede encontrar y verificar si hay cortes pasantes en la banda de rodamiento o en los flancos y se parchará según las especificaciones de Michelin.

Figura 36.Raspado.



**Fuente:** (Michelin, 2016,p. 5)

#### **2.2.7.6 Preparación**

Después del raspado y antes de la aplicación del material nuevo, cada neumático debe ser cuidadosamente inspeccionado para verificar que todavía se mantiene en condiciones de ser reencauchado. (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana 2582, 2012)

Figura 37.Preparación.



**Fuente:** (Michelin, 2016,p. 6)

### **2.2.7.7 Reparación**

Todas las áreas de la carcasa a ser reparadas deben ser marcadas con tiza durante la inspección inicial, después de los procesos de raspado y preparación, luego de realizadas las reparaciones, la carcasa debe haber recuperado las características estructurales originales del neumático y su capacidad de carga (Figura 38). (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana 2582, 2012)

*Figura 38.Reparación*



**Fuente:** (Michellin, 2016,p. 7)

### **2.2.7.8 Cementado**

El cementado se debe realizar antes de 8 horas, después de haber sido raspado el neumático, esto con la finalidad que la banda de rodamiento nueva se junte con el cojín, cabe indicar que es un cemento exclusivo para neumáticos.

Figura 39.Cementado.



**Fuente:** (Michellin, 2016,p. 8)

#### **2.2.7.9 Relleno**

Rellenar todas las cavidades con tira para relleno asegurando que no quede aire atrapado, en este proceso se utiliza una pistola extrusora de caucho con la finalidad de aplicar caucho en los agujeros de la carcasa.

*Figura 40.Relleno*



**Fuente:** (Michellin, 2016,p. 9)

#### **2.2.7.10 Embandado**

Posterior a los procesos antes descritos, se procede con la incorporación de la banda de rodamiento, este procesos se lo realiza en un máquina embandadora, con la finalidad de tener una banda adherida concéntricamente a la carcasa, cabe recalcar que se debe tener en cuenta la linealidad de la banda en toda la circunferencia de la carcasa del neumático, evitando que los bordes no queden fuera del perímetro al momento de realizar el vulcanizado.

Figura 41.Embandado.



**Fuente:** (Michellin, 2016,p. 10)

#### **2.2.7.11 Vulcanización**

El neumático debe ser vulcanizado controlando el tiempo, temperatura y presión respetando las especificaciones correspondientes a los materiales, y las del proceso de vulcanización. Estas operaciones deben realizarse soportado en chequeos programados y utilizando termocuplas, todo este proceso se lo realiza en un autoclave, ya que me permite regular todas las variables antes descritas y estar en los parámetros de presiones y temperaturas determinadas, de 90psi en los tubos y 60psi en la autoclave. Luego de



alcanzar dichas presiones se corre el ciclo de cura de los neumáticos, aproximadamente (200 minutos).

Figura 42.Vulcanización.

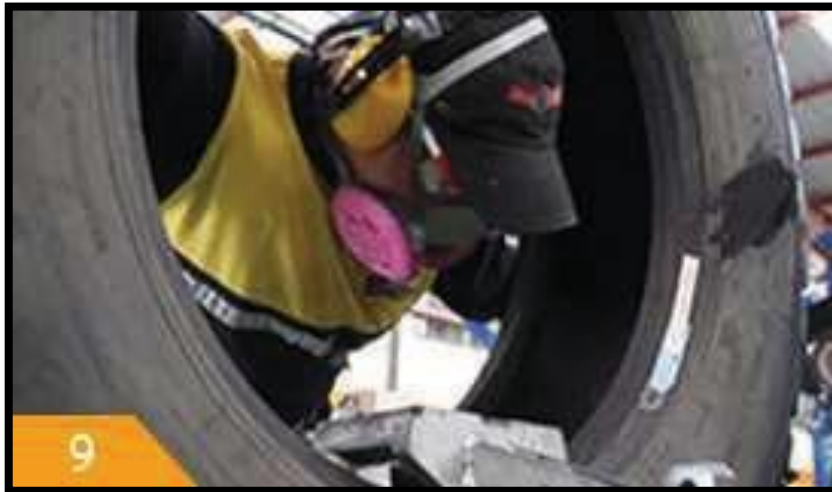


**Fuente:** (Michellin, 2016,p. 11)

#### **2.2.7.12 Inspección final**

Al finalizar el proceso de reencauche se debe realizar varios controles de calidad, mediante inspección visual, o en alguno de los casos aplicando equipos que permitan medir deformaciones, bandas de rodamiento mal adheridas, así como la de garantizar las especificaciones que deben cumplir, para que finalmente sea aplicada pintura en los hombros del neumático y caras laterales con el fin de mejorar la presentación de los neumáticos, cumpliendo con todo el proceso el neumático puede ser almacenado y distribuido.

Figura 43. Inspección final.



**Fuente:** (Michellin, 2016,p. 12)

## **2.2.9 Variables involucradas en el Desempeño del neumático**

Ya sean neumáticos nuevos o reencauchados las variables que involucran en el comportamiento dinámico de un vehículo se detallan a continuación.

### **2.2.8.1 Variables para análisis del comportamiento dinámico**

Las variables principal que interactúan en el desempeño, funcionamiento de un neumático tanto en las pruebas de laboratorio y las pruebas prácticas en pista son:

#### **a) Presión de inflado**

Todos los autos, sean antiguos o modernos, llevan aire dentro de sus neumáticos, ya sean estos con cámara o sin cámara la presión que pongamos dentro nos permitirá optimizar las condiciones de manejo, la durabilidad de los mismos y el consumo de combustible.

Según las característica de los vehículos y diseño de neumáticos, las presiones van acorde, es decir un vehículo de pasajeros lleva una presión inferior a la registrada para neumáticos de vehículos comerciales. (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana 2582, 2012)

## **b) Temperatura de los neumáticos**

Las categorías de temperatura en los neumáticos se clasifican de la siguiente manera A (la más alta), B, y C, y representan la resistencia del neumático a la generación de calor y su capacidad para disiparlo en pruebas realizadas en laboratorio y bajo condiciones controladas. Una alta temperatura aplicada de manera continua puede provocar que el material del neumático degenere y pierda longevidad. Una temperatura excesiva puede también derivar en un fallo súbito del neumático. La categoría C de temperatura corresponde al nivel de rendimiento que todos los neumáticos de paseo deben cumplir bajo la norma federal sobre seguridad vial (Federal Motor Safety Standard) núm. 109. Las categorías B y A representan niveles de rendimiento en las pruebas de laboratorio superiores al mínimo requerido por la ley. Cabe indicar que la categoría de temperatura del neumático en cuestión se evalúa con el neumático inflado correctamente y sin que soporte un peso excesivo. El exceso de velocidad o carga y una presión de inflado inferior a la normal pueden provocar un aumento de temperatura y un posible fallo del neumático. (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana 2582, 2012)

## **c) Índice de Velocidad**

El índice de velocidad en los neumáticos es un código alfabético que corresponde a la velocidad máxima por kilómetros por hora (km/h), que un neumático puede alcanzar, en condiciones óptimas. Esta identificación de los índices de velocidad se debe marcar en la cara lateral del neumático. (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana 2582, 2012)

## **d) Índice de Carga**

Es la capacidad de carga de un neumático de acuerdo a índices, expresada en números que representan los kilogramos que soporta el mismo (INEN, Norma Técnica Ecuatoriana 2582, 2012).

### **2.2.10 Compañía Minera Huarón S.A.**

Es una sociedad anónima que viene operando la Unidad Minera Huarón en la misma zona en que la empresa francesa denominada Peñarroya las ejerció desde 1912 hasta 1987, año en que fue vendida a Mauricio Hochschild & Cia. Ltda. S.A.C. con fecha 6 de marzo de 2000, los entonces principales accionistas de Compañía Minera Huarón S.A., Mauricio Hochschild & Cia. Ltda. S.A.C., Cementos Pacasmayo S.A.A. y Minera Arcata S.A., suscribieron un contrato de transferencia de acciones y derechos en Compañía Minera Huarón S.A. a favor de Pan American Silver Corp., desde entonces la mayor accionista de la sociedad.

Figura 444. Panorámica Compañía Minera Huarón S.A.



Fuente: Elaboración Propia.

#### **2.2.10.1 Ubicación**

Huarón está ubicada en distrito de Huayllay, provincia y departamento de Pasco, en la vertiente de los andes, zona central del país, a 4534 m sobre el nivel del mar.

Las vías de acceso son:

- La carretera central: Lima - La Oroya - Junín - La Villa Pasco (desvío a Huayllay).
- La carretera Lima - Canta - La Viuda - Huarón - Huayllay.

- La carretera central: Lima - La Oroya - Junín - Cerro de Pasco-Huayllay.

Figura 45. Ubicación en departamento de Pasco.



Fuente: Elaboración Propia.

#### **2.2.11.1 Características sociopolíticas**

El distrito de Huayllay se remonta a la época de la independencia; según el censo del 2005 cuenta con una población de 9592 habitantes en una superficie de 1026,87 kilómetros cuadrados.

La minería es la actividad principal de esta localidad, seguido de la ganadería. Su potencial minero es sostenido por los yacimientos de plata, zinc, cobre y otros minerales de menor valor.

La actividad agrícola está restringida por el medio geográfico, ya sea por solicitud y el clima (su temperatura oscila entre 13, 8 °C y -8 °C), por ello la agricultura no es una actividad exclusiva, aunque un cultivo que sí está repuntando los últimos años es el de la maca.

Por su parte, la ganadería de Huayllay es extensiva e intensiva, debido a que el ganado es criado a campo abierto, alimentándose de pastos naturales (ichu). Algunos

poseen ganado camélidos sudamericanos (llamas, alpacas, etc.) y muy pocos ganados vacunos, a ello se agregan a la crianza de cuyes, ganado caprino, porcino y equino. En tanto, la producción pecuaria es individual y empresarial a través de la cría de ganado ovino.

Asimismo, la veta de arcilla en gran cantidad y calidad ha permitido que la cerámica se desarrolle con destreza y aprecio. Estos productos artísticos se trasladan a otros lugares para su comercialización. También tiene competencia en este rubro la confección de productos textiles a base de hilos y civiles como mantas, frazadas, alfombras, alforjas, fajas y ponchos.

De otro lado, el turismo está cobrando repunte en esa parte del país pues aquí se encuentran el Santuario nacional Bosque de Piedras de Huayllay, considerado el bosque geológico más grande y alto del mundo, que es visitado por miles de turistas nacionales y extranjeros. En el mes de septiembre el gobierno regional organiza el festival eco turístico de comunidades rurales y turistas Rural tur Huayllay, donde se presentan bailes folklóricos, caminatas y campeonatos de deportes de aventura.

#### **2.2.12.1 Flota de Equipos Pesados**

En la unidad minera Pan American Silver Huaron SA, a la fecha cuenta con una flota de 43 equipos entre (Scoops, jumbos, equipos utilitarios, cargadores frontales y dámper), de los cuales en el presente trabajo hablaremos sobre el reencauche de neumáticos 17.5R25 para Scoops mineros de 4 Yds<sup>3</sup>, la cual comprende para los 12 Scoops de la flota.

*Tabla 7.Flota de equipos Pan American Silver Huaron*

ITEM	SIOM	FLOTA	MARCA	MODELO	EQUIPO	MEDIDA DE NEUMATICO
1	SC25	SCOOP 4 YD3	SANDVICK	LH 307	LHD-25	17.5R25
2	SC31	SCOOP 4 YD3	CATERPILLAR	R1300G	LHD-31	17.5R25
3	SC32	SCOOP 4 YD3	CATERPILLER	R1300G	LHD-32	17.5R25
4	SC34	SCOOP 4 YD3	CATERPILLER	R1300G	LHD-34	17.5R25
5	SC36	SCOOP 4 YD3	CATERPILLER	R1300G	LHD-36	17.5R25
6	SC37	SCOOP 4 YD3	CATERPILLER	R1300G	LHD-37	17.5R25
7	SC38	SCOOP 4 YD3	CATERPILLER	R1300G	LHD-38	17.5R25
8	SC39	SCOOP 4 YD3	CATERPILLER	R1300G	LHD-39	17.5R25
9	SC44	SCOOP 4 YD3	CATERPILLER	R1300G	LHD-44	17.5R25
10	SC46	SCOOP 4 YD3	CATERPILLER	R1300G	LHD-46	17.5R25
11	SC50	SCOOP 4 YD3	CATERPILLER	R1300G	LHD-50	17.5R25
12	SC51	SCOOP 4 YD3	CATERPILLER	R1300G	LHD-51	17.5R25
13	SCE2	SCOOP 1.5 YD3	SANDVICK	TAMROCK EJC GIE	LHD-02	9.00R20
14	MT01	E.DE SERVICIO	MANIYOU	252F	MANITOU	300/80-24 IND
15	CF01	CARGADOR FRONTAL	CAT	950H	CAT-950- 01	23.5R25
16	CF02	CARGADOR FRONTAL	CAT	950H	CAT-950- 02	23.5R25
17	SC33	SCOOP 2.2 YD3	SANDVICK	LH 203	LHD-33	12.00R20
18	SC40	SCOOP 2.2 YD3	SANDVICK	LH 203	LHD-40	12.00R20
19	SC47	SCOOP 2.2 YD3	SANDVICK	LH 203	LHD-47	12.00R20
20	SC49	SCOOP 2.2 YD3	SANDVICK	LH 203	LHD-49	12.00R20
21	DU02	DUMPER	PAUS	PMKT10010	DUMPER-2	16.00R25
22	DU01	DUMPER	PAUS	PMKT8000	DUMPER-1	14.00R24
23	DU03	DUMPER	PAUS	PMKT8000	DUMPER-3	14.00R24
24	DU04	DUMPER	PAUS	PMKT8010	DUMPER-4	14.00R24
25	SI03	SIMBA	ATLAS COPCO	104	JUMBO 104	8.25R15
26	SI04	SIMBA	RESEMIN	44XP	RAPTOR-44	8.25R15
27	JU16	JUMBO FRONTONERO	RESEMIN	55XP	JUMBO SHTROIDON	12.00R20
28	JU20	JUMBO FRONTONERO	RESEMIN	55XP	JUMBO SHTROIDON 02	12.00R20
29	JU01	JUMBO FRONTONERO	SANDVICK	DD310	AXERA-01	12.00R20
30	JU14	JUMBO FRONTONERO	RESEMIN	FF	JUMBO MUKI	7.50R15
31	JU15	JUMBO FRONTONERO	RESEMIN	FF	JUMBO MUKI 02	750R15
32	JU19	JUMBO FRONTONERO	RESEMIN	FF	JUMBO MUKI 03	7.50R15
33	JU04	JUMBO FRONTONERO	ATLAS COPCO	S1D	ATLAS S1D-1	9.00R20
34	JU09	JUMBO FRONTONERO	ATLAS COPCO	S1D	ATLAS S1D-2	9.00R20
35	JU	JUMBO FRONTONERO	ATLAS COPCO	S1D	ATLAS S1D-3	9.00R20
36	SI01	SIMBA	ATLAS COPCO	S7D	SIMBA S7D-1	9.00R20
37	SI02	SIMBA	ATLAS COPCO	S7D	SIMBA S7D-2	9.50R20
38	EM01	EMPERNADOR	RESEMIN	SB 77	BOLPER 77-1	8.25R25
39	EM03	EMPERNADOR	RESEMIN	SB 88	BOLPER 88-1	8.25R25
40	EM04	EMPERNADOR	RESEMIN	SB 88	BOLPER 88-2	8.25R25
41	EM04	EMPERNADOR	RESEMIN	SB 88	BOLPER 88-3	8.25R25
42	ES01	E. SERVICIO	RDH	MASSTE	MASTER LIFT	9.00R20
43	MC01	MINI CARGADOR	CATERPILLER	246	BOB CAT 1	340/70R16.5

*Fuente : elaboración propia*

## **2.3. Definición de términos.**

### **El neumático**

El neumático es la parte más fundamental en la seguridad activa de los vehículos, deben desarrollar y garantizar las máximas prestaciones posibles, lo que requiere una amplia gama de condicionantes en su diseño y construcción, debido a las elevadas exigencias a este componente en su servicio. (Aparicio, Vera, & Díaz, 1995, p. 54).

### **Scoop**

Un Scoop es un vehículo trackless de bajo perfil, para carga y acarreo de minerales, diseñado sobre todo para realizar trabajos en minas de subsuelo, subterráneas, o en zonas con limitaciones de espacio. (López, Aguirre, & Álvarez, 2012, p. 52)

### **Proceso de reencauchado**

En el proceso de reencauchado se reciclan las llantas desechadas, se las procesa adecuadamente, se coloca una nueva banda de rodamiento y con ello se dispone nuevamente de una llanta que estará en condiciones para ser utilizada nuevamente y cuyo rendimiento será igual o mayor que la de una llanta original. (Guaman , 1998, p. 3)

### **Inspección Inicial**

Esta etapa consiste en la inspección minuciosa de todas y cada una de las carcasas que ingresan a la planta de producción; dicha inspección es realizada en forma manual por personal calificado para dicha operación y son ayudados por una máquina revisadora que permite visibilizar el interior de la carcasa. Entre los parámetros generales a considerar dentro de la revisión están los siguientes: roturas, perforaciones, agrietamientos, soplos, estado de los hombros, pestañas, envejecimiento, etc. (Guaman , 1998, p. 10)



### **Bufado (Raspado)**

En esta etapa en la que comienza el proceso industrial del Reencauchado de Neumáticos. Esta operación tiene como objetivo obtener de la carcasa una superficie adecuada que permita un eficiente proceso, a la vez, que elimina de una forma parcial impurezas incrustadas en la superficie de rodamiento de la llanta. (Guaman , 1998, p. 12)

### **Reparación**

El trabajo al que normalmente son sometidas las llantas neumáticas de un vehículo, hace que éstas estén afectadas por varios factores externos que contribuyen a su deterioro, como son: incrustaciones, piedras, roturas, pinchazos, et. (Guaman , 1998, p. 18)

### **Parchado**

El parchado constituye una etapa complementaria de la reparación, pero que no puede presentarse en todos los casos. (Guaman , 1998, p. 19)

### **Cementado**

Es indispensable crear una superficie de adhesión que permita que tanto la superficie de la carcasa como la de la nueva banda de rodamiento, se junten fuertemente permitiendo de esta manera un perfecto vulcanizado del cojín. Se adiciona entonces sobre dichas superficies una solución de caucho mezclada con solventes conocida con el nombre de cemento. (Guaman , 1998, p. 22)

### **Rellenado**

Debido al proceso de reparación la superficie y/o laterales de la carcasa, presenta una serie de perforaciones de diferente magnitud que debilitan la estructura de la carcasa. (Guaman , 1998, p. 24)

### **Cortado de bandas**

Durante el proceso de bufeado, se registra ciertos parámetros que serán información de vital importancia durante todo el proceso. (Guaman , 1998, p. 25)

### **Enbandado**

Cada uno de los procesos descritos anteriormente puede considerarse como de preparación de la superficie de la carcasa para la incorporación de la nueva banda; es así que en esta etapa se procederá a la colocación de la banda de rodamiento sobre la superficie de rodamiento de la carcasa. (Guaman , 1998, p. 27)

### **Armado**

Esta etapa consiste en colocar sobre la carcasa enbandada una serie de elementos protectores, para protegerla esencialmente del vapor. Los elementos a utilizarse son un sobre de caucho (envelope) colocado en la parte externa, un tubo de caucho de vulcanización al interior de la llanta al que se le introduce aire posteriormente, defensas entre el tubo y el exterior y unos aros metálicos con el fin de evitar deformaciones causadas por la presión de aire. (Guaman , 1998, p. 29)

### **Vulcanización**

En este paso se cierra las puertas de las autoclaves en los que se encuentran las llantas armadas. Aquí se procede al calentamiento de la autoclave, ya que para el tiempo de cura real se mide cuando las llantas alcanzan presiones y temperaturas determinadas, de 90PSI en los tubos y 60PSI en la autoclave. (Guaman , 1998, p. 29)

### **Descargue y Desarmado**

En esta etapa, luego de culminado el ciclo de vulcanización, se procede a descargar el autoclave, retirar todos los elementos colocados en el proceso de armado y realizar una pre-inspección del vulcanizado de la llanta, así como de sus procesos anteriores. (Guaman , 1998, p. 32)

### **Inspección Final**

En esta etapa se procede a una inspección minuciosa de las llantas terminadas, con el objeto de determinar si existe algún tipo de defecto en el producto

final. Esta inspección se hace en todas las partes de la llanta reencauchada. (Guaman , 1998, p. 35)

### **Confiabilidad de Neumáticos reencauchados**

El proceso final del reencauchado es confiable y garantiza óptima calidad, cuya duración iguala a la de las llantas nuevas. Al igual que las llantas nuevas, las reencauchadas tienen garantía por fallas en el proceso, incluyendo la banda de rodamiento. (Casas, 2001, p.72)

### **Reencauche en caliente**

Se debe inspeccionar que esté en buenas condiciones la carcasa del neumático, por consiguiente eliminar la banda de rodamiento mediante raspado. Para la recuperación de la banda de rodamiento en este proceso se aplica caucho crudo por medio de extrusión por todo el contorno de la superficie de la carcasa preparada. “A continuación se vulcaniza la carcasa recubierta en un molde caliente correspondiente al perfil deseado a una temperatura aproximadamente de 155-165°C” (Gavilanes, 2013). El neumático ingresado en el molde, toma forma según el tamaño y diseño de banda de rodamiento requerido. (Cano, Garcia, & Urbina, 2007,p. 54)

### **Reencauche en frío**

Se realiza el control de calidad del neumático, luego se restablece la banda de rodamiento en la carcasa, el proceso definido de reencauche consiste en raspar la carcasa usada en la corona. “En la carcasa se coloca una banda de rodadura precurada junto con un cojín sin curar. El neumático así preparado se vulcaniza en autoclave a una temperatura aproximadamente de 98°C y a una presión de 120 psi” (Cano, García, & Urbina, 2007,p. 57)

### **Rendimiento**

Es un factor importante que garantiza que vale lo que pagas. Puede haber grandes diferencias en el kilometraje de la llanta según la calidad y el diseño. Por

ejemplo, las llantas de alto rendimiento tienden a tener una menor vida útil del banda de rodamiento que las llantas para paseo, ya que su diseño está optimizado para aumentar la adherencia y el conducción, lo que normalmente desgasta las llantas más rápido. psi” (Cano, García, & Urbina, 2007,p. 60)

### **Caucho natural**

Sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica. El caucho natural se obtiene de un líquido lechoso de color blanco llamado látex, que se encuentra en numerosas plantas. (Casas, 2001, p.77)

### **Estireno butadieno**

Es un polímero de la familia de los elástómeros o cauchos. Está formado por unidades repetitivas de Estireno y de Butadieno. Este compuesto es vulcanizado posteriormente, para obtener un caucho con propiedades útiles. (Casas, 2001, p.82)

### **Polibutadieno (PB)**

Es un caucho sintético, es un polímero formado a partir del proceso de polimerización del monómero 1,3-butadieno.

Tiene una alta resistencia al desgaste y se utiliza especialmente en la fabricación de neumáticos, que consume alrededor del 70% del polibutadieno producido. (Casas, 2001, p.87)

### **Treadwear**

Es una medición de desgaste que está representada por un número que indica el ritmo en el cual los neumáticos o llantas se desgastan; mientras mayor sea el grado o número, significa que le tomará más tiempo al neumático desgastarse. (Casas, 2001, p.91)

## **CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO.**

### **3.1. Variables.**

#### **3.1.1. Definición conceptual de las variables.**

##### **Variable Independiente**

##### **Cantidad de Neumáticos Reencauchados 17.5R25**

La cantidad de neumáticos reencauchados 17.5R25 se mide a través del número de llantas usadas 17.5R25 en la Unidad Minera Huarón y el número de llantas 17.5R25 descartada, esto se verá reflejado en los rendimientos finales de cada neumático puesto en prueba y en la reducción de costos por la adquisición de neumáticos nuevos.

La cantidad de neumáticos reencauchados 17.5R25 para scoops mineros de 4 Yds<sup>3</sup> siempre se medirá y se realizarán las comparaciones con el consumo de neumáticos nuevos, a la vez el costo horario (dólar/hora) de tales neumáticos. Por lo que se suma el tiempo de vida útil más el tiempo de vida adicional obtenido mediante el proceso de reencauche.

##### **Indicadores Cantidad de Neumático Reencauchado 17.5R25**

- Cantidad de neumáticos usados en la unidad minera
- Cantidad de neumáticos descartados en la unidad minera.
- desgaste de la banda de rodamiento.

## **Variable Dependiente**

### **Costo Unitario Promedio del Neumático Reencauchado 17.5R25**

El costo promedio del neumático reencauchado 17.5R25 depende básicamente de la cantidad que serán utilizados, teniendo como variables intervinientes los costos directos (tipo de goma de reencauche, tipo de vulcanizado) y costos indirectos (traslado del neumático hasta la planta de reencauche), a la vez existe un ahorro económico para la unidad minera Pan American Silver Huarón SA ya que se disminuirá el consumo de neumáticos nuevos.

### **Indicadores Costo Unitario Promedio del Neumático Reencauchado 17.5R25**

- Costo Horario del neumático reencauchado
- Costo Horario del neumático nuevo
- Variación de los costos Horarios con respecto a la cantidad de neumáticos Usados.
- Disminución de costos por la adquisición de neumáticos nuevos y reencauchados.
- Disminución del presupuesto anual por el consumo de neumáticos en la Unidad Minera Huarón.

### **Vida Útil Del Neumático Reencauchado 17.5R25**

La vida útil de los neumáticos reencauchados 17.5R25 es una variable dependiente la cual se verá reflejado en el rendimiento de estos con porcentaje de 70% respecto a los rendimientos de los neumáticos nuevos.

### **Indicadores Vida Útil del Neumático Reencauchado 17.5R25**

- Rendimiento del neumático reencauchado
- Rendimiento del neumático nuevo
- Variación de los Rendimientos con respecto a los neumáticos reencauchados.

- Incremento del tiempo de vida útil del neumático.
- Aumento del rendimiento de los neumáticos

## **3.2. Metodología.**

### **3.2.1. Tipos de estudio.**

La investigación es de Tipo descriptivo - correlacional

Los estudios descriptivos estudian cada una de las variables para decir cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno de interés y correlacional ya que trata de determinar el grado de relación que existe entre las dos variables de estudio que son “Rendimiento de neumáticos reencauchados” y “Reencauche de neumáticos reencauchados”. Hernández, S. (2010, p. 148).

Bernal (2010, p. 114), “La investigación correlacional tiene como propósito mostrar o examinar la relación entre variables o resultado de variables”.

### **3.2.2. Diseño de investigación.**

La investigación es de Diseño Experimental:

El diseño de la investigación es experimental porque se centra en la verificación de las hipótesis, a través de la manipulación de variables, en una situación controlada de sus elementos principales. Hernández, S. (2010, p. 247)

El punto de partida es la toma de datos de los neumáticos al momento de ser ensamblados en los dos ejes de los scoops de 4 yds3 en sus cuatro posiciones, tomando los siguientes datos de referencia: fecha de ensamble, altura de remanente, seria del neumático, presión de inflado.

Revisiones del estado de las vías de acarreo, zonas de carguío y zonas de descarga, generalmente las vías de acarreo se encuentran en perfecto estado al igual que las zonas de carguío, ya que los scoops tienen que realizar la limpieza de vía antes de realizar el carguío.

Realizar charlas con los operadores de los scoops de 4 yds3 cada quince días por parte de Neuma Perú Contratistas Generales SAC , sobre el cuidado de neumáticos ,

realizando capacitaciones al personal del área de mantenimiento sobre el ensamble de los neumáticos .

Charla de 5 minutos cada dos días a todos los operadores de equipo pesado de la Unidad Minera Pan American Silver Huaron SAC.

Revisiones diarias de presiones, temperaturas y cortes de los neumáticos en los grifos de abastecimiento de combustible.

Muestreo semanal y/o quincenal de todos los neumáticos con el motivo de revisar de forma general el remanente residual , las presiones del neumático, la temperatura , los cortes del neumático y realizar una estadística que nos ayude a seguir una historia del neumático.

Cuando el neumático alcanza las horas de rotación, para realizar una inversión y rotación este trabajo se realizará y se tomará la nota para las estadísticas del neumático.

Cuando ya lleguen a un 85% de desgaste se evaluará el neumático reencauchado para reafirmar si puede servir para un próximo reencauche o este sigue rodando hasta llegar al 95 % de desgaste ya que la mina tiene ese promedio por motivos de seguridad.

Si sustentamos el rendimiento del neumático reencauchados 17.5R25 para Scoops de 4 Yds3 reduciremos costos en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron SAC. Ya que disminuirá el consumo de neumáticos nuevos y estos serán reemplazados por neumáticos reencauchados.

### **3.2.3. Método de investigación.**

El proceso de investigación se desarrollará aplicando diferentes métodos: teóricos, como la análisis síntesis, inducción-deducción, lógica-histórica.

#### **Análisis - síntesis:**

La investigación será desarrollada según los métodos de análisis-síntesis, ya que se tendrá en cuenta los factores internos y externos del mercado, que permita desarrollar las variables del proyecto según un orden lógico.

#### **Inducción – Deducción**



Mediante la investigación se podrá deducir que el proyecto tiene escenarios positivos y negativos, los cuales afectan a la dinámica del mismo. Con ello se podrá saber si reduciremos costos en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron SAC.

**Técnicas.-** Las técnicas empleadas para nuestro proyecto será la recopilación de datos mediante:

- Fichas de observación directa: Costo x Kilometro (CPK) en horas
- Fichas de observación indirecta: Tiempo de rotación del neumático (TRN) en horas

**Instrumentos.-** Los instrumentos serán:

- notas de campo
- análisis de documentos
- registro de actividades
- medidor de remanente (mm)
- medidor de presión de aire (PSI)

**Medición.** Se utilizan herramientas estadísticas

- Cpk
- Excel
- Sps21

## **CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.**

### **4.1. Análisis situacional.**

En nuestro País a pesar de todos los beneficios, el reencauchado hasta hace unos años no se desarrollaba; más aún en la Compañía Minera Huaron S.A. por las siguientes razones:

- Desconocimiento del reencauchado.
- Problemas mecánicos de los vehículos.
- Falta de cuidado de los neumáticos.
- Falta de un responsable del área de neumáticos.
- Mala calidad de ciertos neumáticos.

### **4.2. Alternativas de solución.**

Las alternativas de solución, para disminuir el alto costo por el consumo de neumáticos en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron, serían las siguientes:

- a) Implantar un Área de seguimiento de neumáticos, con el objetivo de hacer cumplir con las recomendaciones realizadas por el fabricante.
- b) Mejorar las superficies de rodadura de las vías subterráneas.

- c) Disminuir el desgaste de los neumáticos producidos por la fuerza de roce aplicada, que depende de la respuesta del neumático frente a las variables operacionales.
- d) Reencauche de neumáticos 17.5R25 para scoops mineros de 4Yds3 .
- e) Adquisición de nuevos neumáticos 17.5R25 para scoops mineros de 4Yds3.

De todas las alternativas de solución la más correcta es la opción “d” Reencauche de Neumaticos 17.5R25 , ya que esto nos dirige a una reducción de costos para el área de mantenimiento y por consiguiente mejores ganancias a la Unidad Minera.

#### **4.3. Solución del problema.**

Si logramos reencauchar todos los neumáticos desgastados de 17.5R25, podemos minimizar los costos por consumo de neumáticos en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron S.A y a la vez ayudaremos minimizar el impacto ambiental por el desecho de estos neumáticos al medio ambiente, ya que estos serán reutilizados mediante el proceso de reencauche.

Se realizó una muestra de 10 neumáticos 17.5R25 de los cuales a la fecha de 30 de Agosto del 2017 de los cuales 4 neumáticos finalizaron su tiempo de vida útil a un promedio de desgaste de 85% por medidas de seguridad. Y el resto de los neumáticos se encuentran al 60% de desgaste en promedio de los 85% de desgaste de vida útil donde podrán ser retirados.

A continuación mostraremos la información de los 4 neumáticos reencauchados retirados por desgaste:

Con la siguiente conclusión:

- Se realizaron las inspecciones de forma semanal para ver seguimiento y evolución de estos neumáticos con el fin de obtener una información confiable y pueda ayudar a mejorar los rendimientos.

Tabla 8.Historial del neumático con código 110

MARCA :MICHELIN		MEDIDA :17.5R25		MODELO: XSMD2+		SERIE: AIV0048E3G						CODIGO HUARON:110		
NEUMATICO NUEVO														
FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	CONDICION	MAQUIN A	HORAS ACUMULAD AS	HOROM. INICIAL	POS.	HOROM. ACTUAL	COD INICIAL	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgastado %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS AL 80% DESGASTE
03/08/2016	03/08/2016	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	12498.5	78	78	78	90	0%	0.1	0
03/08/2016	12/08/2016	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	12601.1	78	70	73	95	8%	102.7	986
03/08/2016	27/08/2016	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	12774	78	57	61	95	24%	275.6	905
03/08/2016	31/08/2016	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	12839.4	78	67	61	95	18%	341	1520
03/08/2016	19/09/2016	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13091	78	53	55	95	31%	592.6	1541
03/08/2016	21/09/2016	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13119	78	50	54	95	33%	620.6	1489
03/08/2016	27/09/2016	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13200	78	45	57	95	35%	701.6	1621
03/08/2016	09/10/2016	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13365	78	42	57	95	37%	866.6	1897
03/08/2016	16/10/2016	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13441	78	39	54	95	40%	942.6	1867
03/08/2016	30/10/2016	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13455	78	39	54	95	40%	956.6	1895
03/08/2016	06/11/2016	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13548	78	50	40	95	42%	1049.6	1985
03/08/2016	21/11/2016	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13774	78	39	37	95	51%	1275.6	1990
03/08/2016	10/12/2016	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13981	78	30	30	95	62%	1482.6	1927
03/08/2016	17/12/2016	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	14055	78	29	30	95	62%	1556.6	2003
03/08/2016	31/12/2016	NUEVO	LHD-32	1726	26149	P3	26150	78	25	28	95	66%	1727	2093
03/08/2016	04/01/2017	NUEVO	LHD-32	1726	26149	P3	26210	78	16	22	95	76%	1787	1890
03/08/2016	27/01/2017	NUEVO	LHD-32	1726	26149	P3	26508	78	15	20	95	78%	2085	2150
03/08/2016	05/02/2017	NUEVO	LHD-32	1726	26149	P3	26635	78	10	18	95	82%	2212	2157
NEUMATICOS / COD 110 / REENCAUCHADO														
FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	CONDICION	MAQUIN A	HORAS ACUMULAD AS	HOROM. INICIAL	POS.	HOROM. ACTUAL	COD INICIAL	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgastado %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS AL 80% DESGASTE
10/03/2017	10/03/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21333	70	70	70	95	0	1	0
10/03/2017	18/03/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21461	70	68	69	95	2%	129	4816
10/03/2017	25/03/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21576	70	68	68	95	3%	244	6832
10/03/2017	01/04/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21693	70	65	68	95	5%	361	5776
10/03/2017	08/04/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21812	70	64	68	95	6%	480	6720
10/03/2017	15/04/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21939	70	62	67	95	8%	607	6180
10/03/2017	22/04/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22063	70	60	64	95	11%	731	5117
10/03/2017	29/04/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22172	70	56	61	95	16%	840	4090
10/03/2017	06/05/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22302	70	51	56	95	24%	970	3292
10/03/2017	13/05/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22403	70	48	50	95	30%	1071	2856
10/03/2017	20/05/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22511	70	44	46	95	36%	1179	2641
10/03/2017	27/05/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22613	70	40	41	95	42%	1281	2432
10/03/2017	03/06/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22740	70	36	37	95	48%	1408	2354
10/03/2017	10/06/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22867	70	32	33	95	54%	1535	2292
10/03/2017	17/06/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22995	70	27	28	95	61%	1663	2191
10/03/2017	24/06/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	23099	70	23	25	95	66%	1767	2151
10/03/2017	01/07/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	23203	70	19	20	95	72%	1871	2075
10/03/2017	08/07/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	23315	70	15	17	95	77%	1983	2056
10/03/2017	15/07/2017	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	23441	70	12	13	95	82%	2109	2054

Fuente: elaboración propia

Tabla 9. Historial del neumático con código 111

MARCA :MICHELIN			MEDIDA :17.5R25			MODELO : XSMD2+			SERIE: IVE123970A				CODIGO HUARON:111		
NEUMATICO NUEVO															
FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	COD PASHSA	CONDICION	MAQUINA	HORAS ACUMULADAS	HOROM. INICIAL	PO S.	HOROM. ACTUAL	COD INICIAL	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgastado %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS AL 80% DESGASTE
03/08/2016	03/08/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	12498.5	78	78	78	90	0	0	0
03/08/2016	12/08/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	12601.1	78	76	75	95	3%	103	2563
03/08/2016	27/08/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	12774	78	52	56	95	31%	276	717
03/08/2016	31/08/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	12839.4	78	65	59	95	21%	341	1330
03/08/2016	19/09/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13091	78	68	51	95	24%	593	1999
03/08/2016	21/09/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13119	78	49	65	95	27%	621	1844
03/08/2016	27/09/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13200	78	47	60	95	31%	702	1787
03/08/2016	09/10/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13365	78	40	52	95	41%	867	1690
03/08/2016	16/10/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13441	78	36	50	95	45%	943	1681
03/08/2016	30/10/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13455	78	36	50	95	45%	957	1705
03/08/2016	06/11/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13548	78	49	33	95	47%	1050	1770
03/08/2016	21/11/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13774	78	37	29	95	58%	1276	1769
03/08/2016	10/12/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13981	78	20	18	95	76%	1483	1568
03/08/2016	17/12/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	14055	78	19	18	95	76%	1557	1632
03/08/2016	30/12/2016	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	14227	78	19	18	95	76%	1729	1813
03/08/2016	31/12/2016	111	NUEVO	LHD-31	1929	26199	P4	26200	78	19	18	95	76%	1930	2024
03/08/2016	01/01/2017	111	NUEVO	LHD-31	1929	26199	P4	26296	78	15	10	95	84%	2026	1930
03/08/2016	08/01/2017	111	NUEVO	LHD-31	1929	26199	P4	26387	78	15	10	95	84%	2117	2017
NEUMATICOS / COD 111 / REENCAUCHADO															
FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	COD PASHSA	CONDICION	MAQUINA	HORAS ACUMULADAS	HOROM. INICIAL	PO S.	HOROM. ACTUAL	COD INICIAL	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgastado %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS AL 80% DESGASTE
10/03/2017	10/03/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	21333	70	70	70	95	0	1	0
10/03/2017	11/03/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	21340	70	69	70	95	1%	8	896
10/03/2017	18/03/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	21461	70	68	69	95	2%	129	4816
10/03/2017	25/03/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	21576	70	68	68	95	3%	244	6832
10/03/2017	01/04/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	21693	70	67	68	95	4%	361	8086
10/03/2017	08/04/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	21812	70	66	67	95	5%	480	7680
10/03/2017	15/04/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	21939	70	64	65	95	8%	607	6180
10/03/2017	22/04/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	22063	70	56	64	95	14%	731	4094
10/03/2017	29/04/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	22172	70	55	60	95	18%	840	3763
10/03/2017	06/05/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	22302	70	50	58	95	23%	970	3395
10/03/2017	13/05/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	22403	70	49	51	95	29%	1071	2999
10/03/2017	20/05/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	22511	70	43	45	95	37%	1179	2539
10/03/2017	27/05/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	22613	70	41	42	95	41%	1281	2517
10/03/2017	03/06/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	22740	70	38	39	95	45%	1408	2503
10/03/2017	10/06/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	22867	70	35	36	95	49%	1535	2492
10/03/2017	17/06/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	22995	70	30	31	95	56%	1663	2358
10/03/2017	24/06/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	23099	70	26	24	95	64%	1767	2199
10/03/2017	01/07/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	23203	70	19	21	95	71%	1871	2096
10/03/2017	08/07/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	23315	70	14	18	95	77%	1983	2056
10/03/2017	15/07/2017	111	REENCAUCHADO	LHD-34	0	21332	P3	23441	70	10	13	95	84%	2109	2019

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Historial del neumático con código 127

MARCA :MICHELIN		MEDIDA :17.5R25		MODELO: XSMD2+			SERIE: DVV7058E3A						CODIGO HUARON:127	
NEUMATICO NUEVO														
FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	CONDICION	MAQUINA	HORAS ACUMULA DAS	HOROM. INICIAL	POS.	HOROM. ACTUAL	COD INICIAL	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgastado %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS AL 80% DESGASTE
22/09/2016	22/09/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	4919	78	78	78	95	0%	0	0
22/09/2016	27/09/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	4985	78	72	74	95	6%	66	824
22/09/2016	09/10/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	5171	78	64	66	95	17%	252	1210
22/09/2016	16/10/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	5272	78	61	60	95	22%	353	1259
22/09/2016	30/10/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	5488	78	50	61	95	29%	569	1578
22/09/2016	04/11/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	5570	78	61	50	95	29%	651	1805
22/09/2016	06/11/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	5597	78	60	50	95	29%	678	1839
22/09/2016	21/11/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	5846	78	42	39	95	48%	927	1543
22/09/2016	10/12/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P3	6125	78	30	35	95	58%	1206	1654
22/09/2016	17/12/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P3	6358	78	30	35	95	58%	1439	1973
22/09/2016	17/12/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P3	6584	78	30	35	95	58%	1665	2283
22/09/2016	04/01/2017	NUEVO	LHD-46	0	4919	P3	6824	78	15	20	95	78%	1905	1965
22/09/2016	19/01/2017	NUEVO	LHD-46	0	4919	P3	7068	78	12	15	95	83%	2149	2079
FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	CONDICION	MAQUINA	HORAS ACUMULA DAS	HOROM. INICIAL	POS.	HOROM. ACTUAL	COD INICIAL	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgastado %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS AL 80% DESGASTE
08/03/2017	11/03/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18106	70	70	70	95	0%	1	0
08/03/2017	18/03/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18232	70	65	67	95	6%	127	1778
08/03/2017	25/03/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18365	70	63	65	95	9%	260	2427
08/03/2017	01/04/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18493	70	60	62	95	13%	388	2414
08/03/2017	08/04/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18606	70	56	59	95	18%	501	2244
08/03/2017	15/04/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18711	70	50	52	95	27%	606	1786
08/03/2017	22/04/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18831	70	48	49	95	31%	726	1891
08/03/2017	29/04/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18942	70	45	45	95	36%	837	1875
08/03/2017	06/05/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19025	70	40	44	95	40%	920	1840
08/03/2017	13/05/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19185	70	37	41	95	44%	1080	1951
08/03/2017	20/05/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19213	70	34	36	95	50%	1108	1773
08/03/2017	27/05/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19331	70	32	34	95	53%	1226	1856
08/03/2017	03/06/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19458	70	29	30	95	58%	1353	1871
08/03/2017	10/06/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19580	70	25	27	95	63%	1475	1877
08/03/2017	17/06/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19601	70	22	24	95	67%	1496	1782
08/03/2017	24/06/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19719	70	19	22	95	71%	1614	1826
08/03/2017	01/07/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19853	70	17	20	95	74%	1748	1901
08/03/2017	08/07/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19995	70	15	17	95	77%	1890	1960
08/03/2017	15/07/2017	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	20013	70	12	15	95	81%	1908	1891

Fuente: elaboración propia

Tabla 11. Historial del neumático con código 128

MARCA :MICHELIN		MEDIDA :17.5R25		MODELO: XSMD2+			SERIE: XVV6087E4A						CODIGO HUARON:128		
NEUMATICO NUEVO															
FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	CONDICION	MAQUINA	HORAS ACUMULADAS	HOROM. INICIAL	POS.	HOROM. ACTUAL	COD INICIAL	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgastado %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS AL 80% DESGASTE	
22/09/2016	22/09/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	4919	78	78	78	95	0%	0	0	
22/09/2016	27/09/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	4985	78	70	73	95	8%	66	634	
22/09/2016	09/10/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	5171	78	66	64	95	17%	252	1210	
22/09/2016	16/10/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	5272	78	60	67	95	19%	353	1519	
22/09/2016	30/10/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	5488	78	48	60	95	31%	569	1479	
22/09/2016	04/11/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	5570	78	45	58	95	34%	651	1533	
22/09/2016	06/11/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	5597	78	42	50	95	41%	678	1322	
22/09/2016	21/11/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	5846	78	41	46	95	44%	927	1677	
22/09/2016	10/12/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P4	6125	78	44	37	95	48%	1206	2007	
22/09/2016	17/12/2016	NUEVO	LHD-46	0	4919	P4	6358	78	40	35	95	52%	1439	2217	
22/09/2016	04/01/2017	NUEVO	LHD-46	0	4919	P4	6824	78	23	28	95	67%	1905	2264	
22/09/2016	19/01/2017	NUEVO	LHD-46	0	4919	P4	7068	78	14	15	95	81%	2149	2112	
NEUMATICOS / COD 128 / REENCAUCHADO															
FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	CONDICION	MAQUINA	HORAS ACUMULADAS	HOROM. INICIAL	POS.	HOROM. ACTUAL	COD INICIAL	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgastado %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS AL 80% DESGASTE	
08/03/2017	11/03/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	18106	70	70	70	95	0	1	0	
08/03/2017	18/03/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	18232	70	66	68	95	4%	127	2371	
08/03/2017	25/03/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	18365	70	62	65	95	9%	260	2240	
08/03/2017	01/04/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	18493	70	60	61	95	14%	388	2287	
08/03/2017	08/04/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	18606	70	58	57	95	18%	501	2244	
08/03/2017	15/04/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	18711	70	55	56	95	21%	606	2340	
08/03/2017	22/04/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	18831	70	49	50	95	29%	726	1983	
08/03/2017	29/04/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	18942	70	48	46	95	33%	837	2038	
08/03/2017	06/05/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	19025	70	45	44	95	36%	920	2020	
08/03/2017	13/05/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	19185	70	38	41	95	44%	1080	1983	
08/03/2017	20/05/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	19213	70	35	37	95	49%	1108	1825	
08/03/2017	27/05/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	19331	70	33	35	95	51%	1226	1907	
08/03/2017	03/06/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	19458	70	30	31	95	56%	1353	1918	
08/03/2017	10/06/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	19580	70	26	28	95	61%	1475	1921	
08/03/2017	17/06/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	19601	70	22	25	95	66%	1496	1802	
08/03/2017	24/06/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	19719	70	20	21	95	71%	1614	1826	
08/03/2017	01/07/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	19853	70	16	19	95	75%	1748	1865	
08/03/2017	08/07/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	19995	70	14	15	95	79%	1890	1907	
08/03/2017	15/07/2017	REENCAUCHI	LHD-36	0	18105	P4	20013	70	11	13	95	83%	1908	1842	

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la siguiente tabla de rendimiento de los 10 neumáticos reencauchados puesto a prueba con el objetivo de la factibilidad el reencauche de estos, indican que se tiene un costo horario promedio de \$ 1.06 dólares/ horas /neumático cuando estos no se realizaban el reencauche.

Tabla 12. Cuadro comparativo entre neumáticos nuevos y neumáticos reencauchados

CODIGO DEL NEUMATICO NUEVO	% DESGASTE	REMANENTE INICIAL (mm)	PROMEDIO DE REMANENTE (mm)	RENDIMEINTO PROYECTADO AL 80% DE DESGASTE(Hrs)	RENDIMEINTO PROYECTADO AL 95% DE DESGASTE (Hrs)	RENDIMIENTO AL 85% DE DESGASTE (Hrs)	TASA DE DESGASTE (hrs/mm)	COSTO HORARIO PARA REENCAUCHE (US\$)	COSTO HORARIO TOTAL SIN RENCAUCHE
110	82.0%	78	14	2156	2472	2212	34.6	1.13	1.01
111	84%	78	13	2016	2366	2117	32.6	1.18	1.06
127	83%	78	13	2074	2402	2149	33.1	1.16	1.04
128	81%	78	14	2112	2402	2149	33.6	1.16	1.04
146	84%	78	12	2264	2657	2377	36.0	1.05	0.94
147	78%	78	17	2451	2657	2377	39.0	1.05	0.94
163	87%	78	10	2095	2553	2284	33.6	1.09	0.98
177	87%	78	10	1782	2155	1928	28.4	1.30	1.16
182	78%	78	17	1859	2032	1818	29.8	1.38	1.23
193	82%	78	14	1826	2093	1873	29.3	1.33	1.19
PROMEDIO	82.6%	78.0%		2064	2379	2128	33	1.18	1.06

Fuente: elaboración propia

Bajo esta premisa en los capítulos siguientes detallaremos los resultados con análisis más profundo.

#### 4.4. Recursos requeridos.

Tabla 13: Presupuesto bienes

Materiales					
Cantidad	Unidad Medida	Detalle	Costo Unit. S/.	Costo Total S/.	Fuente
½	Millar	Papel bond	S/.14.00	S/.14.00	Propio
2	Und	Libros de Consulta	S/.35.00	S/. 100.00	Propio
1	Luz	Gastos de energía eléctrica	S/.30.00	S/.50.00	Propio
1	Internet	uso de internet	S/.50.00	S/.80.00	Propio
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 244.00</b>	<b>Propio</b>

Fuente: elaboración Propia

Tabla 14: Presupuesto Servicios.

Descripción	cantidad	Costo S/. Unidad	Total S/.	Fuente
Impresiones	100	S/. 0.1	S/. 20.00	Propio
Fotocopias	100	S/. 0.04	S/. 4.00	Propio
Anillado de trabajo	4	S/. 10.00	S/. 50.00	Propio
Compra de tinta de impresora B /N	1	S/. 30.00	S/. 70.00	Propio
Compra de tinta de impresora Color	1	S/. 30.00	S/. 70.00	Propio
Pasajes	0	S/. 0.00	S/. 50.00	Propio
Alimentos	0	S/. 0.00	S/. 100.00	Propio
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 374.00</b>	<b>Propio</b>

Fuente: Elaboración Propia



#### 4.5. Análisis económico – financiero

Tabla 15. Tabla de análisis económico financiero

ITM	CANT	DETALLE	VALOR	RESPONSABLE
1	1	Curso PET 2017-1	S/. 3,600.00	Rubén Trinidad
2	4	Viaje a UM PAN AMERICAN SILVER HUARON S.A.C	S/. 2,000.00	Neuma Perú
3	6	Personal in house en la UM Huaron	S/. 7,200.00	Neuma Perú
4	10	Neumático Reencauchados 17.5R25	S/. 32,800.00	PAN AMERICAN SILVER HUARON
5	-	Gastos imprevistos	S/. 1,000.00	Rubén Trinidad
TOTAL GASTO			S/. 46,000.00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16 : Cronograma de actividades

	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Entrevista con personal de PASHSAC																								
Viaje a la UM Huaron																								
Entrevista con Personal de Neuma Perú																								
Montaje de Neumáticos Reencauchados																								
Inspección de Neumáticos																								
Visita a la planta de Reencauche																								
Capacitación al personal de PASHSAC																								

Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO 5: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

### 5.1. Análisis de los resultados obtenidos

- Como es de observar, en la tabla 17 y en el gráfico 44 el rendimiento de los neumáticos reencauchados es superior a los de rendimientos de los neumáticos nuevos, debido a que los neumáticos reencauchados tiene un tiempo de vida útil adicional la cual se demuestran con los resultados del costo horario.

Tabla 17.Comparativo de rendimiento entre neumáticos nuevos y reencauchados

CODIGO DEL NEUMATICO NUEVO	RENDIMIENTO PROYECTADO DE NEUMATICO NUEVO AL 95% DE DESGASTE (Hrs)	RENDIMIENTO PROYECTADO DE NEUMATICO REENCAUCHADO AL 85% DE DESGASTE (Hrs)
110	2472	4321
111	2366	4226
127	2402	4057
128	2402	4057
146	2657	4228
147	2657	4228
163	2553	4094
177	2155	3650
182	2032	3743
193	2093	3821
PROMEDIO	2379	3705

Fuente: elaboración propia

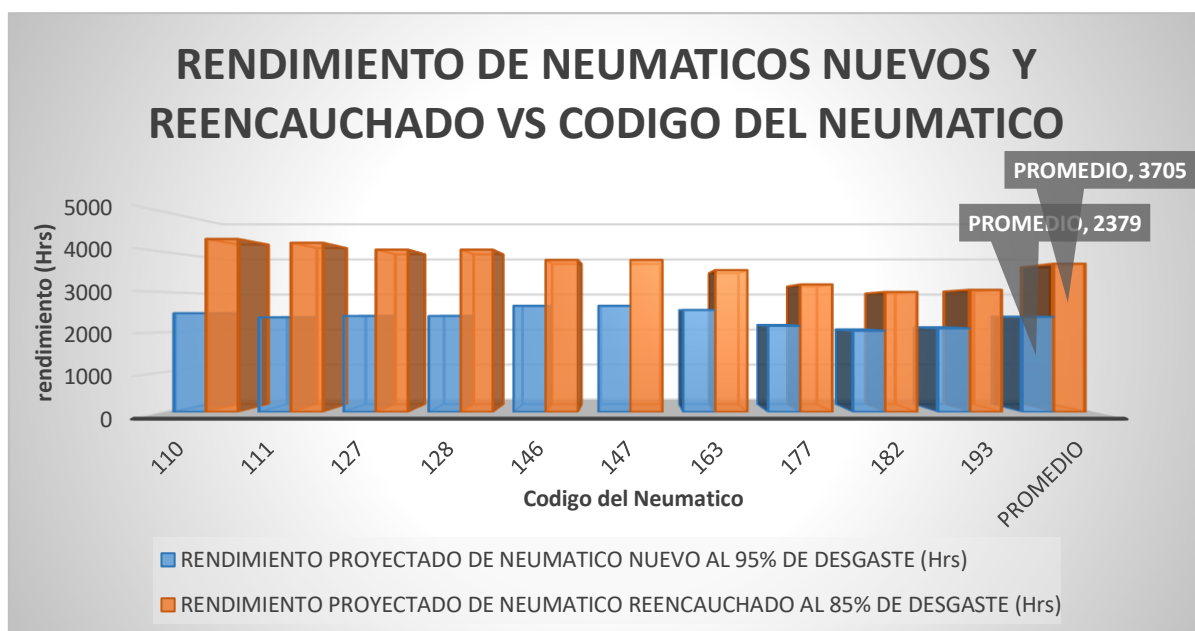


Figura 456. Rendimiento total en horas sin rencauchado y con rencauchado de neumáticos 175R25, según código del producto

Los costos horario totales para los neumáticos 175R25 reencauchado con respecto a los neumáticos nuevos sin reencauche muestran una diferencia de US\$ 0.17 dólares / hora / neumático, por lo cual las llantas rencauchadas se evidencian un costo horario menor.

Tabla 18. Diferencia de costos horarios entre neumáticos nuevos y reencauchados

CODIGO DEL NEUMATICO NUEVO	COSTO HORARIO DE NEUMATICO NUEVO AL 95% DE DESGASTE (Hrs)	COSTO HORARIO DEL NEUMATICO REENCAUCHADO AL 85% DE DESGASTE (Hrs)
110	1.01	0.83
111	1.06	0.85
127	1.04	0.89
128	1.04	0.89
146	0.94	0.85
147	0.94	0.85
163	0.98	0.88
177	1.16	0.99
182	1.23	0.96
193	1.19	0.94
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.06</b>	<b>0.89</b>

Fuente : elaboración propia

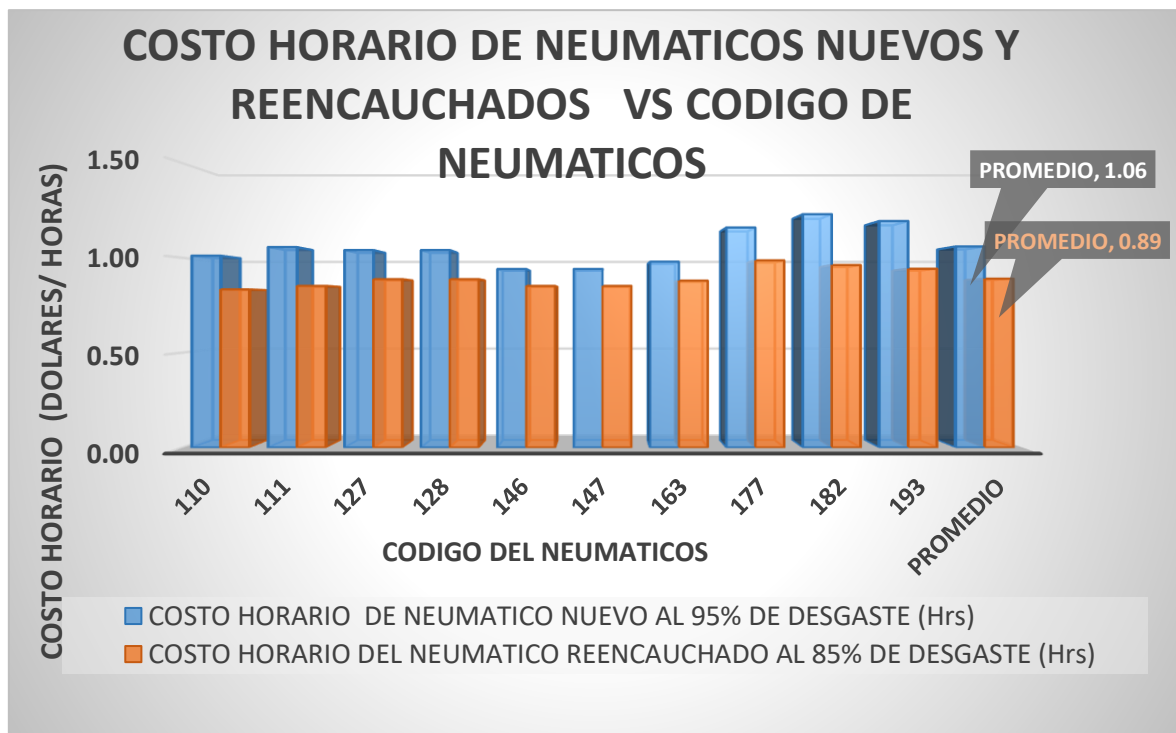


Figura 467. Ahorro: Diferencia entre el costo horario sin rencauchado y con rencauchado de neumáticos 175R25, según código del producto

Según datos obtenidos en la Unidad Minera Pan American Silver Huarón que son los siguientes:

- Los Scoops mineros de 4 Yds<sup>3</sup> recorren 18 horas diarias aproximadamente y trabajan todo el año, además de esto pierden un día de producción por motivos de mantenimiento preventivo de forma mensual.
- La flota actual es de 12 scoops mineros como ya se mencionaron en capítulos anteriores.

De lo expuesto y considerando el resultado obtenido en la diferencia del costo horario del neumático utilizando neumáticos nuevos y reencauchados 17.5R25 es de US\$ 0.17 por hora /llanta, es posible concluir lo siguiente:

Tabla 19. Ahorra aproximado por el consumo de neumáticos reencauchados

AHORRO EN DÓLARES (aprox)	DESCRIPCIÓN
\$ 0.17 dólares / hora / neumático	
\$ 0.34 dólares / hora /scoop	1 scoop = 2 neumáticos
\$ 4.08 dólares / hora /flota	1 flota = 12 scoops
\$ 73.44 dólares /día /flota	1 día = 18 horas
\$ 2 129 dólares /mes / flota	1 mes = 29 días
\$25 557 dólares /año / flota	1 año = 12 meses

Fuente .Elaboración propia

Lo cual implica un ahorro anual de US\$ 25 500 dólares, para la unidad minera debido al consumo de neumáticos reencauchados 17.5R25 para Scoops mineros de 4 Yds<sup>3</sup>.

## **CONCLUSIONES**

- La principal conclusión que se desprende del presente trabajo de investigación, es que es factible la recuperación de neumáticos desgastados, mediante el proceso de reencauchado.
- Se logró optimizar el diseño de reencauche de neumáticos 17.5R25 para Scoops de 4 yds<sup>3</sup> en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron SAC. De acuerdo a las inspecciones realizadas de forma semanal, los neumáticos reencauchados no presentaron inconformidades que impliquen rechazos o reparaciones. demostración de la confiabilidad de los neumáticos reencauchados, manteniendo la disponibilidad de los Scoops mineros de 4 Yds<sup>3</sup>, en forma similar al uso del neumático nuevo.
- Se logró maximizar el rendimiento de reencauche de neumáticos 17.5R25 para Scoops de 4 Yds<sup>3</sup> en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron SAC.
- Se redujeron los costos de operación por el consumo de neumáticos nuevos de los Scoops mineros 4 Yds<sup>3</sup> en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron SAC. Considerando que el rendimiento real de un neumático nuevo es de 2300 horas y los neumáticos reencauchados lograron un rendimiento promedio de 1800 horas, se logra un considerable ahorro en lo económico.

- Asimismo, los aspectos económicos que implican el presente trabajo de reencauche de neumáticos , benefician a la reducción de costos en el consumo de neumáticos nuevos para la Unidad Minera Pan American Silver Huaron SAC de la siguiente manera :

Tabla 20. Ahorro anual por el consumo de neumáticos

<b>AHORRO EN DÓLARES (aprox)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
\$ 0.17 dólares / hora / neumático	
\$ 0.34 dólares / hora /scoop	1 scoop = 2 neumáticos
\$ 4.08 dólares / hora /flota	1 flota = 12 scoops
\$ 73.44 dólares /día /flota	1 día = 18 horas
\$ 2 129 dólares /mes / flota	1 mes = 29 días
\$25 557 dólares /año / flota	1 año = 12 meses

Fuente .Elaboracion propia

## **RECOMENDACIONES**

- Para la minimización de costos de una manera efectiva, se recomienda un análisis costo beneficio entre todos los costos operativos de la empresa, incluyendo los de maquinarias y equipos, entre los que están los neumáticos 175R25 analizados en el presente estudio.
- Se sugiere realizar mediciones precisas de los remanentes de los neumáticos y de las presiones de aire de los mismos, debido que tales mediciones serán vitales para obtener el rendimiento óptimo del neumático reencauchado.
- Se sugiere que por un mismo eje, deben de realizar montaje de neumáticos nuevos o neumáticos reencauchados, a fin de evitar desgaste irregular debido a la diferencia de remanente.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aparicio Izquierdo, F., Vera Álvarez, C., & Díaz López, V. (1995). Teoría de los vehículos automóviles. Madrid : ( ISBN: 8474841097 ).
- Bandag . (2002). Manual para Reencauche de concesionarios. USA. 2002. Sección C. Estados Unidos: EE. UU.
- Caceres , S. W. (2008). Manual del Sistema de Gestión de la Calidad. Ecuador : Cuenca .
- Cano Serrano,, Cerezo Garcia , & Urbina Fraile . (2007). Valoración material y energética de neumáticos fuera de uso». Valoración material y energética de neumáticos. Ecuador : Cuenca .
- Castillo Rivas, O. (2005). Estudio de Tiempos y Movimientos en el proceso de los Neumaticos. Guatemala : La luz .
- DIM. (2005). *Práctica 1 Neumáticos*. Madrid: Barcelona.
- Fernández Sierra., C. (2001). Seguridad en la conducción de vehículos. Madrid : España .
- INEN. (2012). *Norma Técnica Ecuatoria*. Ecuador: Cuenca .
- López, T., Francisco José, Aguirre, F., & Álvarez , C. (2012). el caso de los neumáticos fuera de uso». Año internacional de la energía sostenible para todos. Ecuador : Cuenca .
- Michellin. (2016). Proceso de Reencauche . España : CFAM.
- Niebel Benjamín, W. (1996). Ingeniería Industrial Métodos, tiempo y movimientos. Mexico : Editorial Alfaomega.

Retreader's Association. , A. (2001). Manual del Proceso de Reencauche. Estados Unidos : EE.UU.

Santos Guaman, C. A. (1998). Implementación de la norma ISO 9002 en una Industria Reencauchadora. Ecuador: Cuenca.

## ANEXOS

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 21 Matriz de consistencia

Fuente: Elaboración Propia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES
<p><b>Problema general:</b> ¿De qué manera minimizamos los costos por la compra de neumáticos nuevos 17.5R25 para Scoops de 4 Yds3 en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron S.A.C.?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> ¿Cómo disminuir el consumo Anual de neumáticos nuevos 17.5R25 para scoops de 4 yds3 en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron S.A.C.?</p> <p>¿Cómo el costo horario de los neumáticos reencauchados 17.5R25 será menor que los neumáticos nuevos 17.5R25 en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron S.A.C</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Minimizar el costo de los neumáticos reencauchados 17.5R25 en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron S.A.C</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b> Optimizar el diseño de reencauche de neumáticos 17.5R25 para Scoops de 4 yds3 en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron SAC.</p> <p>Maximizar el rendimiento de reencauche de neumáticos 17.5R25 para Scoops de 4 yds3 en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron SAC.</p> <p>Reducir costos de operación por el consumo de neumáticos nuevos de los Scoops mineros 4 Yds3 en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron SAC.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Si Reducimos el consumo anual de neumáticos nuevos 17.5R25 para scoops de 4 Yds3 reduciremos costos en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron SAC.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> Si Logramos el diseño óptimo de reencauche y el máximo rendimiento de neumáticos 17.5R25 para scoops de 4 yds3 podremos realizar reencauche de todos los neumáticos en la unidad Minera Pan American Silver Huaron S.A.C</p> <p>Si Reducimos costos de operación de lo Scoops de 4 Yds3 entonces será más bajo que el costo horario con respecto a los neumáticos nuevos en la Unidad Minera Pan American Silver Huaron S.A.C</p>	<p>V. INDEPENDIENTE: (X): <b>Cantidad de neumáticos Reencauchados 17.5R25</b></p> <p><b>Población:</b> Unidad Minera Pan American Silver Huaron SAC</p> <p><b>Muestra:</b> 10 neumáticos reencauchados 17.5R25</p> <p><b>Indicadores</b> - Cantidad de neumáticos usados en la unidad minera - Cantidad de neumáticos descartados en la unidad minera. - desgaste de la banda de rodamiento.</p> <p>V. DEPENDIENTE: (Y): - <b>Costo Unitario de Neumáticos Reencauchados 17.5R25</b></p> <p><b>Indicadores</b> -Costo Horario del neumático reencauchado - Costo Horario del neumático nuevo -Variación de los costos Horarios con respecto a la cantidad de neumáticos Usados. - Disminución de costos por la adquisición de neumáticos nuevos y reencauchados. - Disminución del presupuesto anual por el consumo de neumáticos en la Unidad Minera Huaron</p> <p>- <b>Vida Útil de Neumáticos Reencauchados 17.5R25</b></p> <p><b>Indicadores</b> - Rendimiento del neumático reencauchado - Rendimiento del neumático nuevo - Variación de los Rendimientos con respecto a los neumáticos reencauchados. - Incremento del tiempo de vida útil del neumático. -Aumento del rendimiento de los neumáticos</p>

# FICHA TÉCNICA DE SCOOP MINERO 4 YDS3

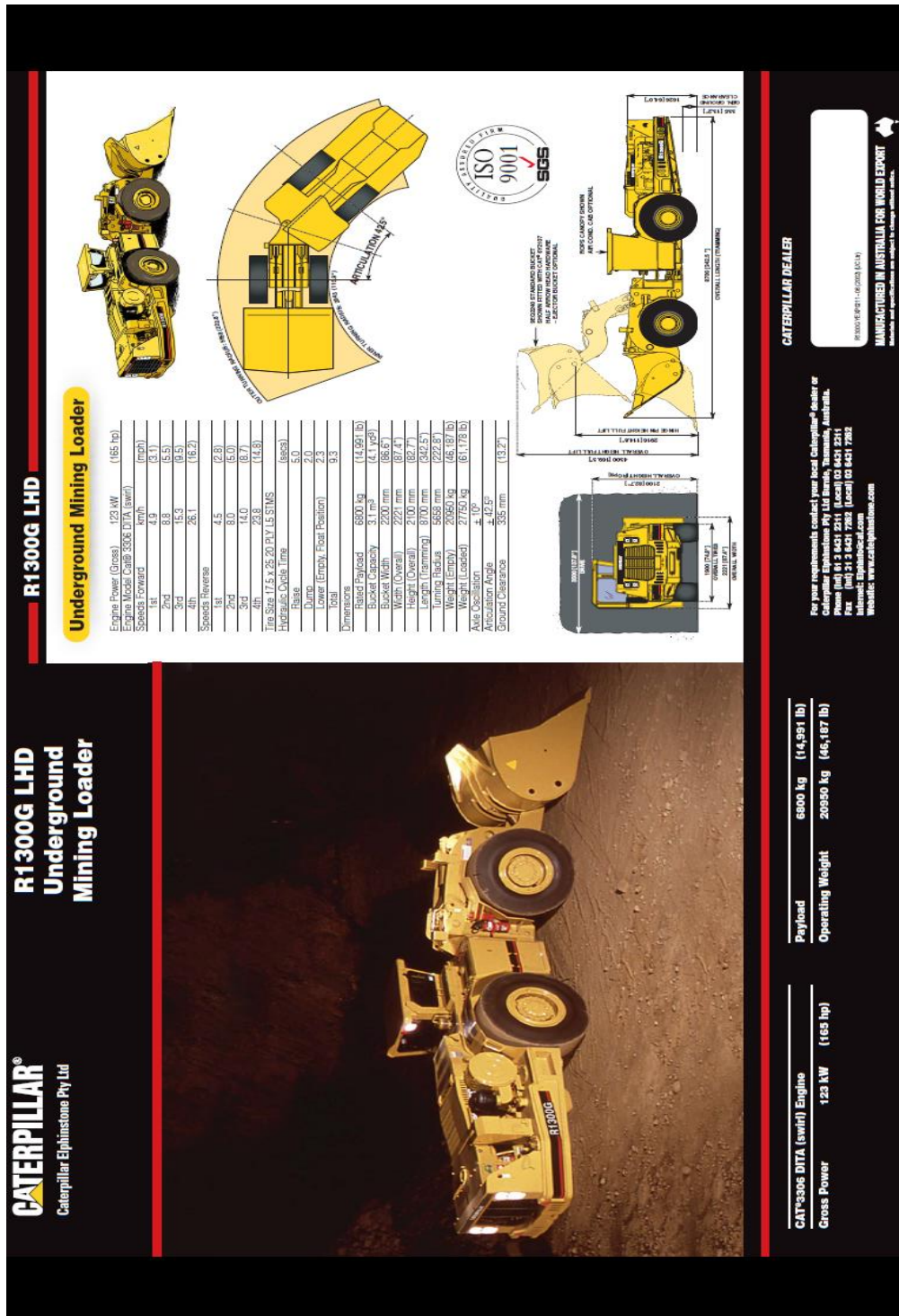


Figura 478. Ficha Técnica de Scoop Minero 4 YDS3

# FICHA DE INSPECCIÓN DE LOS 10 NEUMÁTICOS MUESTRA

Tabla 22. Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 110

FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCIÓN	MARCA	MEDIDA	MODELO	SERIE	COD. PAJARRA	CONDICION	MAQUIN A	HORAS ACUMULADAS	HOROM. INICIAL	POS.	HOROM. ACTUAL	COD INICIA L	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgastado %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS
03/08/2016	03/08/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	12498.5	78	78	78	90	0%	0.1	#IDIV/OI
03/08/2016	12/08/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	12601.1	78	70	73	95	8%	102.7	985.9
03/08/2016	27/08/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	12774	78	57	61	95	24%	275.6	905.1
03/08/2016	31/08/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	12839.4	78	67	61	95	18%	341	1519.9
03/08/2016	19/09/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13091	78	53	55	95	31%	592.6	1540.8
03/08/2016	21/09/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13119	78	50	54	95	33%	620.6	1489.4
03/08/2016	27/09/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13200	78	45	57	95	35%	701.6	1621.5
03/08/2016	09/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13365	78	42	57	95	37%	866.6	1897.4
03/08/2016	16/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13441	78	39	54	95	40%	942.6	1867.2
03/08/2016	30/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13455	78	39	54	95	40%	956.6	1895.0
03/08/2016	06/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13548	78	50	40	95	42%	1049.6	1984.7
03/08/2016	21/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13774	78	39	37	95	51%	1275.6	1989.9
03/08/2016	10/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	13981	78	30	30	95	62%	1482.6	1927.4
03/08/2016	17/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-39	0	12498.4	P1	14055	78	29	30	95	62%	1556.6	2002.7
03/08/2016	31/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-32	1726	26149	P3	26150	78	25	28	95	66%	1727	2092.5
03/08/2016	04/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-32	1726	26149	P3	26210	78	16	22	95	76%	1787	1890.0
03/08/2016	27/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-32	1726	26149	P3	26508	78	15	20	95	78%	2085	2150.5
03/08/2016	05/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	NUEVO	LHD-32	1726	26149	P3	26635	78	10	18	95	82%	2212	2156.7
REENCAUCHE																			
10/03/2017	10/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21333	70	70	70	95	0	1	#IDIV/OI
10/03/2017	18/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21461	70	68	69	95	2%	129	4816
10/03/2017	25/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21576	70	68	68	95	3%	244	6832
10/03/2017	01/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21693	70	65	68	95	5%	361	5776
10/03/2017	08/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21812	70	64	68	95	6%	480	6720
10/03/2017	15/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21939	70	62	67	95	8%	607	6180.363636
10/03/2017	22/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22063	70	60	64	95	11%	731	5117
10/03/2017	29/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22172	70	56	61	95	16%	840	4090.434783
10/03/2017	06/05/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22302	70	51	56	95	24%	970	3292.121212
10/03/2017	13/05/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22403	70	48	50	95	30%	1071	2856
10/03/2017	20/05/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22511	70	44	46	95	36%	1179	2640.96
10/03/2017	27/05/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22613	70	40	41	95	42%	1281	2431.728814
10/03/2017	03/06/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22740	70	36	37	95	48%	1408	2353.671642
10/03/2017	10/06/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22867	70	32	33	95	54%	1535	2292.266667
10/03/2017	17/06/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22995	70	27	28	95	61%	1663	2191.247059
10/03/2017	24/06/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	23099	70	23	25	95	66%	1767	2151.130435
10/03/2017	01/07/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	23203	70	19	20	95	72%	1871	2074.772277
10/03/2017	08/07/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	23315	70	15	17	95	77%	1983	2056.444444
10/03/2017	15/07/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	AIV0048E3G	110	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	23441	70	12	13	95	82%	2109	2053.982609

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 23 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 111

FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	MARCA	MEDIDA	MODELO	SERIE	COD PASAJA	CONDICION	MAQUINA	HORAS ACUMULADAS	HOROM. INICIAL	PO S.	HOROM. ACTUAL	COD INICIAL	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgaste %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS
03/08/2016	03/08/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	12498.5	78	78	78	90	0	0.1	#DIV/0!
03/08/2016	12/08/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	12601.1	78	76	75	95	3%	102.7	2563.4
03/08/2016	27/08/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	12774	78	52	56	95	31%	275.6	716.6
03/08/2016	31/08/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	12839.4	78	65	59	95	21%	341	1329.9
03/08/2016	19/09/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13091	78	68	51	95	24%	592.6	1998.8
03/08/2016	21/09/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13119	78	49	65	95	27%	620.6	1844.1
03/08/2016	27/09/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13200	78	47	60	95	31%	701.6	1786.9
03/08/2016	09/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13365	78	40	52	95	41%	866.6	1689.9
03/08/2016	16/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13441	78	36	50	95	45%	942.6	1680.5
03/08/2016	30/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13455	78	36	50	95	45%	956.6	1705.5
03/08/2016	06/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13548	78	49	33	95	47%	1049.6	1770.1
03/08/2016	21/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13774	78	37	29	95	58%	1275.6	1768.8
03/08/2016	10/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	13981	78	20	18	95	76%	1482.6	1568.0
03/08/2016	17/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	14055	78	19	18	95	76%	1556.6	1632.5
03/08/2016	30/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-39	0	12498	P2	14227	78	19	18	95	76%	1728.6	1812.9
03/08/2016	31/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-31	1929	26199	P4	26200	78	19	18	95	76%	1930	2024.1
03/08/2016	01/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-31	1929	26199	P4	26296	78	15	10	95	84%	2026	1930.1
03/08/2016	08/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	NUEVO	LHD-31	1929	26199	P4	26387	78	15	10	95	84%	2117	2016.8
REENCAUCHE																			
10/03/2017	10/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21333	70	70	70	95	0	1	#DIV/0!
10/03/2017	11/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21340	70	69	70	95	1%	8	896.0
10/03/2017	18/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21461	70	68	69	95	2%	129	4816.0
10/03/2017	25/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21576	70	68	68	95	3%	244	6832.0
10/03/2017	01/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21693	70	67	68	95	4%	361	8086.4
10/03/2017	08/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21812	70	66	67	95	5%	480	7680.0
10/03/2017	15/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	21939	70	64	65	95	8%	607	6180.4
10/03/2017	22/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22063	70	56	64	95	14%	731	4093.6
10/03/2017	29/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22172	70	55	60	95	18%	840	3763.2
10/03/2017	06/05/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22302	70	50	58	95	23%	970	3395.0
10/03/2017	13/05/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22403	70	49	51	95	29%	1071	2998.8
10/03/2017	20/05/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22511	70	43	45	95	37%	1179	2539.4
10/03/2017	27/05/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22613	70	41	42	95	41%	1281	2517.1
10/03/2017	03/06/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22740	70	38	39	95	45%	1408	2503.1
10/03/2017	10/06/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22867	70	35	36	95	49%	1535	2491.6
10/03/2017	17/06/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	22995	70	30	31	95	56%	1663	2357.7
10/03/2017	24/06/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	23099	70	26	24	95	64%	1767	2198.9
10/03/2017	01/07/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	23203	70	19	21	95	71%	1871	2095.5
10/03/2017	08/07/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	23315	70	14	18	95	77%	1983	2056.4
10/03/2017	15/07/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVE123970A	111	REENCAUCHADO	LHD34	0	21332	P3	23441	70	10	13	95	84%	2109	2018.9

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 24 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 127

FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	MARCA	MEDIDA	MODELO	SERIE	COD PASEJA	CONDICION	MAQUINA	HORAS ACUMULADAS	HOROM. INICIAL	POS.	HOROM. ACTUAL	COD INICIAL	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgaste %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS
22/09/2016	22/09/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	DVV7058E3A	127	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	4919	78	78	78	95	0%	0	#DIV/0!
22/09/2016	27/09/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	DVV7058E3A	127	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	4985	78	72	74	95	6%	66	824
22/09/2016	09/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	DVV7058E3A	127	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	5171	78	64	66	95	17%	252	1210
22/09/2016	16/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	DVV7058E3A	127	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	5272	78	61	60	95	22%	353	1259
22/09/2016	30/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	DVV7058E3A	127	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	5488	78	50	61	95	29%	569	1578
22/09/2016	04/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	DVV7058E3A	127	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	5570	78	61	50	95	29%	651	1805
22/09/2016	06/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	DVV7058E3A	127	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	5597	78	60	50	95	29%	678	1839
22/09/2016	21/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	DVV7058E3A	127	NUEVO	LHD-46	0	4919	P1	5846	78	42	39	95	48%	927	1543
22/09/2016	10/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	DVV7058E3A	127	NUEVO	LHD-46	0	4919	P3	6125	78	30	35	95	58%	1206	1654
22/09/2016	17/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	DVV7058E3A	127	NUEVO	LHD-46	0	4919	P3	6358	78	30	35	95	58%	1439	1973
22/09/2016	17/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	DVV7058E3A	127	NUEVO	LHD-46	0	4919	P3	6584	78	30	35	95	58%	1665	2283
22/09/2016	04/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	DVV7058E3A	127	NUEVO	LHD-46	0	4919	P3	6824	78	15	20	95	78%	1905	1965
22/09/2016	19/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	DVV7058E3A	127	NUEVO	LHD-46	0	4919	P3	7068	78	12	15	95	83%	2149	2079
REENCAUCHE																			
08/03/2017	11/03/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18106	70	70	70	95	0%	1	#DIV/0!
08/03/2017	18/03/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18232	70	65	67	95	6%	127	1778
08/03/2017	25/03/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18365	70	63	65	95	9%	260	2427
08/03/2017	01/04/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18493	70	60	62	95	13%	388	2414
08/03/2017	08/04/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18606	70	56	59	95	18%	501	2244
08/03/2017	15/04/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18711	70	50	52	95	27%	606	1786
08/03/2017	22/04/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18831	70	48	49	95	31%	726	1891
08/03/2017	29/04/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	18942	70	45	45	95	36%	837	1875
08/03/2017	06/05/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19025	70	40	44	95	40%	920	1840
08/03/2017	13/05/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19185	70	37	41	95	44%	1080	1951
08/03/2017	20/05/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19213	70	34	36	95	50%	1108	1773
08/03/2017	27/05/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19331	70	32	34	95	53%	1226	1856
08/03/2017	03/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19458	70	29	30	95	58%	1353	1871
08/03/2017	10/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19580	70	25	27	95	63%	1475	1877
08/03/2017	17/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19601	70	22	24	95	67%	1496	1782
08/03/2017	24/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19719	70	19	22	95	71%	1614	1826
08/03/2017	01/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19853	70	17	20	95	74%	1748	1901
08/03/2017	08/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	19995	70	15	17	95	77%	1890	1960
08/03/2017	15/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	DVV7058E3A	127	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P3	20013	70	12	15	95	81%	1908	1891

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 25 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 128

FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	MARCA	MEDIDA	MODELO	SERIE	COD. PASAJA	CONDICION	MAQUINA	HORAS ACUMULADAS	HOROM. INICIAL	POS.	HOROM. ACTUAL	COD. INICIAL	COD. EXT.	COD. INT.	PSI	Porcentaje Desgaste %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS
22/09/2016	22/09/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	XVV6087E4A	128	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	4919	78	78	78	95	0%	0	#DIV/0!
22/09/2016	27/09/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	XVV6087E4A	128	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	4985	78	70	73	95	8%	66	634
22/09/2016	09/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	XVV6087E4A	128	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	5171	78	66	64	95	17%	252	1210
22/09/2016	16/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	XVV6087E4A	128	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	5272	78	60	67	95	19%	353	1519
22/09/2016	30/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	XVV6087E4A	128	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	5488	78	48	60	95	31%	569	1479
22/09/2016	04/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	XVV6087E4A	128	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	5570	78	45	58	95	34%	651	1533
22/09/2016	06/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	XVV6087E4A	128	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	5597	78	42	50	95	41%	678	1322
22/09/2016	21/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	XVV6087E4A	128	NUEVO	LHD-46	0	4919	P2	5846	78	41	46	95	44%	927	1677
22/09/2016	10/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	XVV6087E4A	128	NUEVO	LHD-46	0	4919	P4	6125	78	44	37	95	48%	1206	2007
22/09/2016	17/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	XVV6087E4A	128	NUEVO	LHD-46	0	4919	P4	6358	78	40	35	95	52%	1439	2217
22/09/2016	04/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	XVV6087E4A	128	NUEVO	LHD-46	0	4919	P4	6824	78	23	28	95	67%	1905	2264
22/09/2016	19/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	XVV6087E4A	128	NUEVO	LHD-46	0	4919	P4	7068	78	14	15	95	81%	2149	2112
REENCAUCHE																			
08/03/2017	11/03/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	18106	70	70	70	95	0	1	#DIV/0!
08/03/2017	18/03/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	18232	70	66	68	95	4%	127	2371
08/03/2017	25/03/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	18365	70	62	65	95	9%	260	2240
08/03/2017	01/04/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	18493	70	60	61	95	14%	388	2287
08/03/2017	08/04/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	18606	70	58	57	95	18%	501	2244
08/03/2017	15/04/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	18711	70	55	56	95	21%	606	2340
08/03/2017	22/04/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	18831	70	49	50	95	29%	726	1983
08/03/2017	29/04/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	18942	70	48	46	95	33%	837	2038
08/03/2017	06/05/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	19025	70	45	44	95	36%	920	2020
08/03/2017	13/05/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	19185	70	38	41	95	44%	1080	1983
08/03/2017	20/05/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	19213	70	35	37	95	49%	1108	1825
08/03/2017	27/05/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	19331	70	33	35	95	51%	1226	1907
08/03/2017	03/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	19458	70	30	31	95	56%	1353	1918
08/03/2017	10/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	19580	70	26	28	95	61%	1475	1921
08/03/2017	17/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	19601	70	22	25	95	66%	1496	1802
08/03/2017	24/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	19719	70	20	21	95	71%	1614	1826
08/03/2017	01/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	19853	70	16	19	95	75%	1748	1865
08/03/2017	08/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	19995	70	14	15	95	79%	1890	1907
08/03/2017	15/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	XVV6087E4A	128	REENCAUCHE	LHD-36	0	18105	P4	20013	70	11	13	95	83%	1908	1842

Fuente. Elaboración Propia



Tabla 26 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 146

FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	MARCA	MEDIDA	MODELO	SERIE	COD. PASAJA	CONDICION	MÁQUINA	HORAS ACUMULADAS	HOROM. INICIAL	POS.	HOROM. ACTUAL	COD. INICIAL	COD. EXT	COD. INT	PSI	Porcentaje Desgaste %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS
10/10/2016	10/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8257E7A	146	NUEVO	LHD-38	0	12829	P1	12830	78	78	78	90	0%	1	#DIV/0!
10/10/2016	16/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8257E7A	146	NUEVO	LHD-38	0	12829	P1	12918.4	78	76	76	90	3%	89.4	2789.28
10/10/2016	30/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8257E7A	146	NUEVO	LHD-38	0	12829	P1	13127	78	66	66	90	15%	298	1549.6
10/10/2016	06/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8257E7A	146	NUEVO	LHD-38	0	12829	P1	13237	78	66	64	90	17%	408	1958.4
10/10/2016	21/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8257E7A	146	NUEVO	LHD-38	0	12829	P1	13475	78	55	60	90	26%	646	1966.36098
10/10/2016	10/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8257E7A	146	NUEVO	LHD-38	0	12829	P1	13732	78	46	62	90	31%	903	2347.8
10/10/2016	17/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8257E7A	146	NUEVO	LHD-38	0	12829	P1	13857	78	46	61	90	31%	1028	2618.25306
10/10/2016	04/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8257E7A	146	NUEVO	LHD-38	0	12829	P1	14126	78	36	49	90	46%	1297	2279.79718
10/10/2016	27/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8257E7A	146	NUEVO	LHD-38	0	12829	P3	14456	78	21	33	90	65%	1627	1990.68235
10/10/2016	19/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8257E7A	146	NUEVO	LHD-38	0	12829	P3	14733	78	28	19	90	70%	1904	2179.99266
10/10/2016	21/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8257E7A	146	NUEVO	LHD-38	0	12829	P3	14777	78	28	16	90	72%	1948	2170.62857
10/10/2016	11/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8257E7A	146	NUEVO	LHD-38	0	12829	P3	15041	78	17	14	90	80%	2212	2208.4608
10/10/2016	27/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8257E7A	146	NUEVO	LHD-38	0	12829	P3	15206	78	13	12	90	84%	2377	2264.50076
REENCAUCHE																			
17/06/2017	17/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8257E7A	146	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	16451	70	70	70	90	0	1	#DIV/0!
17/06/2017	24/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8257E7A	146	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	16576	70	66	67	90	5%	126	2016
17/06/2017	01/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8257E7A	146	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	16721	70	61	63	90	11%	271	1897
17/06/2017	08/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8257E7A	146	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	16853	70	56	59	90	18%	403	1805.44
17/06/2017	15/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8257E7A	146	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	16981	70	51	55	90	24%	531	1749.17647
17/06/2017	22/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8257E7A	146	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	17099	70	48	52	90	29%	649	1817.2
17/06/2017	29/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8257E7A	146	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	17234	70	45	47	90	34%	784	1829.33333
17/06/2017	05/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8257E7A	146	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	17364	70	41	44	90	39%	914	1861.23636
17/06/2017	12/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8257E7A	146	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	17495	70	36	40	90	46%	1045	1828.75
17/06/2017	19/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8257E7A	146	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	17611	70	32	36	90	51%	1161	1806
17/06/2017	26/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8257E7A	146	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	17765	70	28	32	90	57%	1315	1841
17/06/2017	31/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8257E7A	146	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	17872	70	25	29	90	61%	1422	1851.90698

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 27 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 147

FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	MARCA	MEDIDA	MODELO	SERIE	COD PASHS A	CONDICION	MAQUINA	HORAS ACUMULADAS	HOROM. INICIAL	POS.	HOROM. ACTUAL	COD INICIAL EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgastado %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS
10/10/2016	10/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV82574E7A	147	NUEVO	LHD-38	0	12829	P2	12830	78	78	90	0%	1	#DIV/0!
10/10/2016	16/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV82574E7A	147	NUEVO	LHD-38	0	12829	P2	12918.4	78	76	90	3%	89.4	2789.3
10/10/2016	30/10/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV82574E7A	147	NUEVO	LHD-38	0	12829	P2	13127	78	67	90	13%	298	1859.5
10/10/2016	06/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV82574E7A	147	NUEVO	LHD-38	0	12829	P2	13237	78	64	90	15%	408	2213.8
10/10/2016	21/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV82574E7A	147	NUEVO	LHD-38	0	12829	P2	13475	78	52	90	28%	646	1874.9
10/10/2016	10/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV82574E7A	147	NUEVO	LHD-38	0	12829	P2	13732	78	48	90	33%	903	2167.2
10/10/2016	17/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV82574E7A	147	NUEVO	LHD-38	0	12829	P2	13857	78	40	90	41%	1028	2004.6
10/10/2016	04/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV82574E7A	147	NUEVO	LHD-38	0	12829	P4	14126	78	30	90	51%	1297	2023.3
10/10/2016	27/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV82574E7A	147	NUEVO	LHD-38	0	12829	P4	14456	78	40	90	58%	1627	2231.3
10/10/2016	19/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV82574E7A	147	NUEVO	LHD-38	0	12829	P4	14733	78	35	90	62%	1904	2449.7
10/10/2016	21/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV82574E7A	147	NUEVO	LHD-38	0	12829	P4	14777	78	30	90	67%	1948	2337.6
10/10/2016	11/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV82574E7A	147	NUEVO	LHD-38	0	12829	P4	15041	78	25	90	72%	2212	2464.8
10/10/2016	27/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV82574E7A	147	NUEVO	LHD-38	0	12829	P4	15206	78	18	90	78%	2377	2451.6
REENCAUCHE																		
17/06/2017	17/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV82574E7A	147	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	16451	70	70	90	0	1	#DIV/0!
17/06/2017	24/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV82574E7A	147	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	16576	70	67	90	4%	126	2822.4
17/06/2017	01/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV82574E7A	147	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	16721	70	62	90	10%	271	2168.0
17/06/2017	08/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV82574E7A	147	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	16853	70	58	90	16%	403	2051.6
17/06/2017	15/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV82574E7A	147	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	16981	70	53	90	22%	531	1918.5
17/06/2017	22/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV82574E7A	147	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	17099	70	48	90	26%	649	1964.5
17/06/2017	29/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV82574E7A	147	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	17234	70	45	90	32%	784	1951.3
17/06/2017	05/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV82574E7A	147	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	17364	70	42	90	38%	914	1931.5
17/06/2017	12/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV82574E7A	147	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	17495	70	37	90	44%	1045	1887.7
17/06/2017	19/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV82574E7A	147	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	17611	70	32	90	51%	1161	1831.4
17/06/2017	26/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV82574E7A	147	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	17765	70	29	90	56%	1315	1888.2
17/06/2017	31/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV82574E7A	147	REENCAUCHE	LHD-38	0	16450	P3	17872	70	26	90	61%	1422	1851.9

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 28 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 163

FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	MARCA	MEDIDA	MODELO	SERIE	COD PASAJA	CONDICION	MAQUINA	HORAS ACUMULADA S	HOROM. INICIAL	POS.	HOROM. ACTUAL	COD INICIAL	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgastado %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADA S
14/11/2016	14/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	VV1298704	163	NUEVO	LHD-32	0	25513	P1	25514	78	78	78	90	0	1	#DIV/0!
14/11/2016	23/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	VV1298704	163	NUEVO	LHD-32	0	25513	P1	25604	78	70	75	90	7%	91	1032.4
14/11/2016	10/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	VV1298704	163	NUEVO	LHD-32	0	25513	P1	25842	78	65	68	90	15%	329	1785.2
14/11/2016	17/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	VV1298704	163	NUEVO	LHD-32	0	25513	P1	25959	78	58	68	90	19%	446	1855.4
14/11/2016	04/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	VV1298704	163	NUEVO	LHD-32	0	25513	P1	26210	78	47	55	90	35%	697	1610.8
14/11/2016	27/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	VV1298704	163	NUEVO	LHD-32	0	25513	P1	26508	78	35	46	90	48%	995	1655.7
14/11/2016	18/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	VV1298704	163	NUEVO	LHD-32	0	25513	P1	26820	78	20	40	90	62%	1307	1699.1
14/11/2016	21/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	VV1298704	163	NUEVO	LHD-32	0	25513	P1	28880	78	20	40	90	62%	3367	4377.1
14/11/2016	10/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	VV1298704	163	NUEVO	LHD-32	0	25513	P1	27104	78	29	13	90	73%	1591	1741.7
14/11/2016	11/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	VV1298704	163	NUEVO	LHD-39	1591	15203	P3	15204	78	29	13	90	73%	1592	1742.8
14/11/2016	17/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	VV1298704	163	NUEVO	LHD-39	1591	15203	P3	15297	78	26	13	90	75%	1685	1797.3
14/11/2016	13/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	VV1298704	163	NUEVO	LHD-39	1591	15203	P3	15658	78	12	11	90	85%	2046	1919.9
14/11/2016	20/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	VV1298704	163	NUEVO	LHD-39	1591	15203	P3	15896	78	10	10	90	87%	2284	2095.9
REENCAUCHE																			
18/06/2017	18/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	VV1298704	163	REENCAUCHE	LHD-39	0	16669	P3	16670	70	70	70	90	0	1	#DIV/0!
18/06/2017	24/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	VV1298704	163	REENCAUCHE	LHD-39	0	16669	P3	16799	70	67	68	90	4%	130	2912.0
18/06/2017	01/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	VV1298704	163	REENCAUCHE	LHD-39	0	16669	P3	16912	70	63	64	90	9%	243	2093.5
18/06/2017	08/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	VV1298704	163	REENCAUCHE	LHD-39	0	16669	P3	17021	70	60	61	90	14%	352	2074.9
18/06/2017	15/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	VV1298704	163	REENCAUCHE	LHD-39	0	16669	P3	17131	70	56	57	90	19%	462	1916.4
18/06/2017	22/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	VV1298704	163	REENCAUCHE	LHD-39	0	16669	P3	17242	70	52	53	90	25%	573	1833.6
18/06/2017	29/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	VV1298704	163	REENCAUCHE	LHD-39	0	16669	P3	17356	70	48	50	90	30%	687	1832.0
18/06/2017	05/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	VV1298704	163	REENCAUCHE	LHD-39	0	16669	P3	17468	70	44	46	90	36%	799	1789.8
18/06/2017	12/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	VV1298704	163	REENCAUCHE	LHD-39	0	16669	P3	17583	70	41	43	90	40%	914	1828.0
18/06/2017	19/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	VV1298704	163	REENCAUCHE	LHD-39	0	16669	P3	17699	70	37	40	90	45%	1030	1831.1
18/06/2017	26/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	VV1298704	163	REENCAUCHE	LHD-39	0	16669	P3	17811	70	34	36	90	50%	1142	1827.2
18/06/2017	31/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	VV1298704	163	REENCAUCHE	LHD-39	0	16669	P3	17930	70	30	32	90	56%	1261	1810.7

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 29 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 177

FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	MARCA	MEDIDA	MODELO	SERIE	COD PASHS A	CONDICION	MAQUINA	HORAS ACUMULADAS	HOROM. INICIAL	PO S.	HOROM. ACTUAL	COD INICIA L	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgastado %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTAD AS
29/11/2016	29/11/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-36	0	16653	P2	16654	78	78	78	95	0	1	#DIV/0!
29/11/2016	10/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-36	0	16653	P2	16793	78	71	72	95	8%	140	1344.0
29/11/2016	17/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-36	0	16653	P2	16919	78	69	71	95	10%	266	2074.8
29/11/2016	04/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-36	0	16653	P2	17161	78	53	61	95	27%	508	1509.5
29/11/2016	27/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-36	0	16653	P2	17503	78	40	52	95	41%	850	1657.5
29/11/2016	06/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-36	0	16653	P2	17643	78	39	49	95	44%	990	1816.9
29/11/2016	19/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-44	990	8055	P4	8056	78	49	39	95	44%	991	1818.8
29/11/2016	23/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-44	990	8055	P4	8131	78	45	34	95	49%	1066	1727.8
29/11/2016	27/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-44	990	8055	P4	8173	78	41	32	95	53%	1108	1666.0
29/11/2016	11/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-44	990	8055	P4	8354	78	31	28	95	62%	1289	1658.4
29/11/2016	14/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-44	990	8055	P4	8399	78	25	26	95	67%	1334	1585.6
29/11/2016	16/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-44	990	8055	P4	8423	78	24	26	95	68%	1358	1598.9
29/11/2016	18/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-44	990	8055	P4	8452	78	21	22	95	72%	1387	1531.8
29/11/2016	31/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-44	990	8055	P4	8660	78	17	18	95	78%	1595	1645.1
29/11/2016	11/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-44	990	8055	P4	8800	78	12	13	95	84%	1735	1652.9
29/11/2016	20/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8213E8A	177	NUEVO	LHD-44	990	8055	P4	8993	78	10	11	95	87%	1928	1782.3
REENCAUCHE																			
18/06/2017	18/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8213E8A	177	EENCAUCH	LHD-39	0	16669	P4	16670	70	70	70	90	0	1	#DIV/0!
18/06/2017	24/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8213E8A	177	EENCAUCH	LHD-39	0	16669	P4	16799	70	67	69	90	3%	130	3640
18/06/2017	01/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8213E8A	177	EENCAUCH	LHD-39	0	16669	P4	16912	70	64	65	90	8%	243	2474.18182
18/06/2017	08/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8213E8A	177	EENCAUCH	LHD-39	0	16669	P4	17021	70	59	60	90	15%	352	1877.33333
18/06/2017	15/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8213E8A	177	EENCAUCH	LHD-39	0	16669	P4	17131	70	58	58	90	17%	462	2156
18/06/2017	22/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8213E8A	177	EENCAUCH	LHD-39	0	16669	P4	17242	70	55	54	90	22%	573	2070.19355
18/06/2017	29/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8213E8A	177	EENCAUCH	LHD-39	0	16669	P4	17356	70	50	50	90	29%	687	1923.6
18/06/2017	05/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8213E8A	177	EENCAUCH	LHD-39	0	16669	P4	17468	70	48	49	90	31%	799	2081.11628
18/06/2017	12/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8213E8A	177	EENCAUCH	LHD-39	0	16669	P4	17583	70	45	46	90	35%	914	2089.14286
18/06/2017	19/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8213E8A	177	EENCAUCH	LHD-39	0	16669	P4	17699	70	40	40	90	43%	1030	1922.66667
18/06/2017	26/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8213E8A	177	EENCAUCH	LHD-39	0	16669	P4	17811	70	36	35	90	49%	1142	1853.68116
18/06/2017	31/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8213E8A	177	EENCAUCH	LHD-39	0	16669	P4	17930	70	30	28	90	59%	1261	1772.34146

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 30 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 182

FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	MARCA	MEDIDA	MODELO	SERIE	COD PASHSA	CONDICION	MAQUINA	HORAS ACUMULADAS	HOROM. INICIAL	POS.	HOROM. ACTUAL	COD INICI	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgastado %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS
30/12/2016	30/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8231E0A	182	NUEVO	LHD-39	0	14226	P1	14227	78	78	78	90	0	1	#DIV/0!
30/12/2016	04/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8231E0A	182	NUEVO	LHD-39	0	14226	P1	14292	78	72	76	90	5%	66	1029.6
30/12/2016	27/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8231E0A	182	NUEVO	LHD-39	0	14226	P1	14582	78	52	62	90	27%	356	1057.8
30/12/2016	19/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8231E0A	182	NUEVO	LHD-39	0	14226	P1	14913	78	41	50	90	42%	687	1319.0
30/12/2016	21/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8231E0A	182	NUEVO	LHD-39	0	14226	P1	14964	78	35	48	90	47%	738	1261.7
30/12/2016	11/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8231E0A	182	NUEVO	LHD-39	0	14226	P1	15369	78	30	46	90	51%	1143	1783.1
30/12/2016	20/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8231E0A	182	NUEVO	LHD-50	1143	991	P3	992	78	45	28	90	53%	1144	1720.1
30/12/2016	31/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8231E0A	182	NUEVO	LHD-50	1143	991	P3	1155	78	42	25	90	57%	1307	1832.7
30/12/2016	11/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8231E0A	182	NUEVO	LHD-50	1143	991	P3	1315	78	38	23	90	61%	1467	1927.2
30/12/2016	21/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8231E0A	182	NUEVO	LHD-50	1143	991	P3	1469	78	31	20	90	67%	1621	1926.7
30/12/2016	23/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8231E0A	182	NUEVO	LHD-50	1143	991	P3	1501	78	26	17	90	72%	1653	1825.6
30/12/2016	04/05/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	IVV8231E0A	182	NUEVO	LHD-50	1143	991	P3	1666	78	20	14	90	78%	1818	1859.7
REENCAUCHE																			
16/06/2017	16/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8231E0A	182	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	9527	70	70	70	90	0	1	#DIV/0!
16/06/2017	24/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8231E0A	182	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	9653	70	66	67	90	5%	127	2032.0
16/06/2017	01/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8231E0A	182	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	9773	70	62	64	90	10%	247	1976.0
16/06/2017	08/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8231E0A	182	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	9895	70	58	60	90	16%	369	1878.5
16/06/2017	15/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8231E0A	182	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10013	70	54	56	90	21%	487	1818.1
16/06/2017	22/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8231E0A	182	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10129	70	52	53	90	25%	603	1929.6
16/06/2017	29/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8231E0A	182	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10206	70	48	50	90	30%	680	1813.3
16/06/2017	05/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8231E0A	182	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10318	70	44	46	90	36%	792	1774.1
16/06/2017	12/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8231E0A	182	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10442	70	40	42	90	41%	916	1768.8
16/06/2017	19/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8231E0A	182	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10521	70	34	36	90	50%	995	1592.0
16/06/2017	26/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8231E0A	182	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10639	70	30	32	90	56%	1113	1598.2
16/06/2017	31/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2+	IVV8231E0A	182	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10709	70	26	28	90	61%	1183	1540.7

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 31 Ficha técnica del neumático 17.5R25 código 193

FECHA INICIAL	FECHA DE INSPECCION	MARCA	MEDIDA	MODELO	SERIE	COD PASHA	CONDICION	MAQUINA	HORAS ACUMULADAS	HOROM. INICIAL	POS.	HOROM. ACTUAL	COD INICIAL	COD EXT	COD INT	PSI	Porcentaje Desgaste %	HORAS RODADAS	HORAS PROYECTADAS
30/12/2016	30/12/2016	Michelin	17.5R25	XSMD2+	EVV9228E3A	193	NUEVO	LHD-39	0	14226	P2	14227	78	78	78	90	0	1	#DIV/0!
30/12/2016	04/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	EVV9228E3A	193	NUEVO	LHD-39	0	14226	P2	14292	78	74	76	90	4%	66	1372.8
30/12/2016	27/01/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	EVV9228E3A	193	NUEVO	LHD-39	0	14226	P2	14582	78	52	62	90	27%	356	1057.8
30/12/2016	19/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	EVV9228E3A	193	NUEVO	LHD-39	0	14226	P2	14913	78	40	50	90	42%	687	1299.1
30/12/2016	21/02/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	EVV9228E3A	193	NUEVO	LHD-39	0	14226	P2	14964	78	38	50	90	44%	738	1354.4
30/12/2016	11/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	EVV9228E3A	193	NUEVO	LHD-39	0	14226	P2	15204	78	30	45	90	52%	978	1506.8
30/12/2016	17/03/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	EVV9228E3A	193	NUEVO	LHD-39	0	14226	P2	15297	78	29	43	90	54%	1071	1591.2
30/12/2016	07/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	EVV9228E3A	193	NUEVO	LHD-38	1071	15481	P4	15482	78	43	29	90	54%	1072	1592.7
30/12/2016	13/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	EVV9228E3A	193	NUEVO	LHD-38	1071	15481	P4	15590	78	34	15	90	69%	1180	1376.3
30/12/2016	20/04/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	EVV9228E3A	193	NUEVO	LHD-38	1071	15481	P4	15781	78	31	14	90	71%	1371	1541.4
30/12/2016	04/05/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	EVV9228E3A	193	NUEVO	LHD-38	1071	15481	P4	15958	78	21	10	90	80%	1548	1545.5
30/12/2016	07/05/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	EVV9228E3A	193	NUEVO	LHD-38	1071	15481	P4	16123	78	20	10	90	81%	1713	1696.7
30/12/2016	11/05/2017	Michelin	17.5R25	XSMD2+	EVV9228E3A	193	NUEVO	LHD-38	1071	15481	P4	16283	78	18	10	90	82%	1873	1826.2
REENCAUCHADO																			
16/06/2017	16/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2	EVV9228E3A	193	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	9527	70	70	70	90	0	1	#DIV/0!
16/06/2017	24/06/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2	EVV9228E3A	193	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	9653	70	67	68	90	4%	127	2844.8
16/06/2017	01/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2	EVV9228E3A	193	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	9773	70	63	65	90	9%	247	2305.3
16/06/2017	08/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2	EVV9228E3A	193	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	9895	70	59	61	90	14%	369	2066.4
16/06/2017	15/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2	EVV9228E3A	193	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10013	70	53	55	90	23%	487	1704.5
16/06/2017	22/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2	EVV9228E3A	193	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10129	70	50	53	90	26%	603	1825.3
16/06/2017	29/07/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2	EVV9228E3A	193	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10206	70	48	49	90	31%	680	1771.2
16/06/2017	05/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2	EVV9228E3A	193	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10318	70	45	46	90	35%	792	1810.3
16/06/2017	12/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2	EVV9228E3A	193	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10442	70	41	43	90	40%	916	1832.0
16/06/2017	19/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2	EVV9228E3A	193	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10521	70	35	37	90	49%	995	1638.8
16/06/2017	26/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2	EVV9228E3A	193	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10639	70	32	33	90	54%	1113	1662.1
16/06/2017	31/08/2017	NEUMA	17.5R25	RXSMD2	EVV9228E3A	193	REENCAUCHE	LHD-44	0	9526	P3	10709	70	26	29	90	61%	1183	1558.8

Fuente. Elaboración Propia